المكتبة الثقافية
٨٧

سكان الكواكب

الدكتور إمام ابراهيم أحمد

وزارة
الثقافة والإرشاد القومي
المؤسسة
المصرية
العامة
للتأليف والترجمة
والطباعة والنشر

١٥ يونيه ١٩٦٣

المكتبة الثقافية

- اول مجموعة من نوعها تحقق اشتراكية الثقافة
- تيسر لكل قارىء أن يقيم فى بيته مكتبة جامعة تحوى جميع ألوان المعرفة بأقلام اساتذة متخصصين وبقرشين لكل كتاب .
- تصدر مرتين كل شهر . فى اوله وفى منتصفه

الكتاب القادم

العرب والتتار

الدكتور ابراهيم أحمد العدوى

أول يوليه ١٩٦٣

الثمن ٢ مليم

مطابع دار القلم بالقاهرة

المكتبة الثقافة
٨٧

سكان الكواكب

الدكتور إمام إبراهيم أحمد

وزارة
الثقافة والإرشاد القومي
المؤسسة
المصرية
العامة
للتأليف والترجمة
والطباعة والنشر

١٥ يونيه ١٩٦٣

الناشر

دار القلم

١٨ شارع سوق التوفيقية بالقاهرة

ت ٥٥٠٣٢ — ٧٧٧٤١

مقدمة

منذ بضع سنوات، كانت الأطباق الطائرة حديث الناس في كل مكان، وكثر بينهم الحدس والتكهن، وترددت مختلف القصص والتفسيرات التي تهدف إلى كشف النقاب عن مصدر تلك الأطباق ... فمن قائل بأنها سلاح من الأسلحة السرية التي تمتلكها إحدى الدول وتقوم بتجربتها على مدى واسع، إلى زاعم بأنها سفن فضاء جاءت إلينا من عالم مجهول، يقودها ويوجه سيرها عقول جبارة، نالت حظا موفوراً من الذكاء، وبلغت من التقدم والرقي مستوى لم نصل إليه بعد ... جاء هؤلاء المكتشفون ليشاهدوا عن كثب تلك المخلوقات العجيبة التي تقطن الكرة الأرضية، ويقفوا على مدى تقدمهم العلمي ومبلغ خطورتهم على سكان الكواكب الأخرى، بل لقد أكد بعض الرواة رؤيتهم لراكبي تلك الأطباق الطائرة، أو تجاذبهم الحديث مع حسناوات فاتنات لبثن فترة قصيرة، ثم أقفلن راجعات بعد أن أعطين عنوانهن في ... كوكب الزهرة.

ولم تكن تلك الأحداث بداية اهتمام الجنس البشرى بسكان الكواكب — فقبل ذلك بعشرات السنين كان للروائيين النصيب

الأوفى فى هذا الأمر ، فيما امتازوا به من خيال خصب ، اختاروا محورا لقصصهم مخلوقات غريبة الهيئة ، تبث الرعب فى النفوس ، جاءت لتستعمر الأرض بأسلحتها الرهيبة ، فلم ينقذ البشرية من شرورهم سوى بعض الجراثيم التى ألِفتها أجسامنا . . . بل لقد ذهب بعض الروائيين فى الخيال إلى مدى بعيد ، فجاءوا بسكان كواكب مجهولة فى أعماق الفضاء لإخضاع جميع كواكب المجموعة الشمسية ، وضمها إلى المنظمة الكونية .

ولما كان المثل السائد يقول أن لا دخان بغير نار ، فإن حديث الأطباق الطائرة والقصص الكونية - وإن بدت لنا خيالية — إلا أنها تعتمد فى الواقع على حقائق علمية كشفت عنها الدراسات الفلكية منذ أواخر القرن التاسع عشر - ولا يسعنا فى هذا المضمار إلا أن نبحث معا تلك الحقائق من نواحيها المختلفة حتى نستطيع أن نختار أحد أمرين . . . إما أن ننكر بصفة قاطعة وجود الحياة فى أماكن أخرى غير الأرض ، وإما أن يكتسب القصص الكونى مزيداً من الأنصار والمؤيدين .

إمام إبراهيم أحمد

الحياة

قبل أن نبدأ فى التطلع إلى السماء ، والبحث عن سكان الكواكب ، يجب علينا أن نلم بعض الشيء بأنواع الحياة وتطوراتها والظروف الملائمة لضمان ظهورها وبقائها .

• من أشق الأمور على الإنسان أن يتكهن بالغيب ، ما لم تكن نظرياته مبنية على حقائق علمية أو تقوده إلى نتائج تقرب كثيرا من تلك الحقائق — وحتى هذا الطريق الذى يبدو لنا سهلا مأموناً ، قد يتشعب فى أكثر الأحيان إلى عدة نظريات تبدو كل منها سليمة مقنعة . فما بالنا إذا كانت تلك الحقائق العلمية التى نتخذها أساساً لدراساتنا ، تحوطها الشكوك ويلفها ضباب كثيف لم يتمكن العلم من تبديده بعد .

وفى مقدمة تلك الموضوعات تطالعنا دراسة الحياة من نواحيها المختلفة ، فنحن لا ندرى مثلا هل الكائن الحى هو كل ماله خصائص النمو والتكاثر ذاتيا أم هو ذو صفة أخرى لا ندرى كنهها ؟ فبعض الفيروسات — كالتى تصيب أشجار الدخان — تتكاثر وتنتشر عدواها ، ومع ذلك إذا عزلنا الفيروس لا تظهر

فيه أية علامة تدل على الحياة ، ويكون على هيئة بلورات منتظمة الشكل .

ومن ناحية أخرى ، تشِح معلوماتنا العلمية — أو قل تنعدم — عن كيفية نشأة الحياة على الأرض . وحتى لو قارَبْنا الحقيقة فى فروضنا وتكهناتنا ، فهل نستطيع تعميمها لتشمل الكواكب الأخرى ؟ هل وجود نفس الظروف الأصلية أو الحالية على كوكب آخر يعنى وجود حياة مماثلة لما فى الأرض، أو حتى قريبة الشبه منها ؟ وهل اختلاف الظروف اختلافاً كلياً هو حجة دامغة على استحالة وجود الحياة ؟ ألا يحق لنا أن نتحاشى النفى البات حتى لا نفاجأ بوجود مخلوقات تختلف جوهريا عن المخلوقات الأرضية . . . كائنات تأقلمت فى تلك الظروف والأحوال الجديدة كما تعيش الأسماك فى البحار مثلا ؟

فالإدلاء برأى صائب عن (احتمال) وجود الحياة على كواكب أخرى يقتضى إحاطة عميقة بكثير من فروع العلم كالفلك والكيمياء والطبيعة وعلوم الحياة . ولكن هذه الشروط لن توهن من عزيمتنا وتصرفنا عن جهودنا ، بل سنحاول الإلمام بالخطوط الرئيسية التى تساعدنا على مناقشة الموضوع وتسجيل مختلف الاحتمالات .

وإذا أردنا ان نسلك الطريق من أوله ، صار لزاما علينا أن نبدأ بالحديث عن العناصر التى منها تتكون المادة — فمن المعروف أن كل مادة تتركب من عنصر أو أكثر من العناصر التى يبلغ عددها مائة وواحداً، ومن أمثلة ذلك نذكر الماء الذى يتكون من عنصرين أحدهما الإيدروچين والآخر عنصر الأكسچين ، ومادة النوشادر التى تتركب من الإيدروچين والنتروچين . . . ويطلق على أصغر جزء من أى عنصر اسم الذرة .

وذرات العناصر المختلفة وإن اتحدت فى نوع الوحدات الداخلة فى تركيبها (الكترونات ذات شحنة كهربائية سالبة ، وبروتونات ذات شحنة موجبة ، ونيوترونات متعادلة الشحنة) إلا أن اختلاف الذرات بعضها عن بعض يرجع فى الواقع إلى عدد الوحدات الداخلة فى تركيب الذرة .

والنظرية الحديثة للذرة ، تصورها على هيئة نواة تجمع البروتونات والنيوترونات ، ويحيط بها عدد من الإلكترونات بشرط أن يكون مجموع الشحنات الموجبة مساويا للشحنات السالبة ، أى أن الذرة فى مجموعها تكون متعادلة .

وأبسط العناصر فى ذراتها عنصر الإيدروچين ، إذ تحتوى

الذرة منه على بروتون واحد والكترون واحد ، وتبعاً لذلك يكون غاز الإيدروچين أخف الغازات جميعاً ، ويليه غاز الهليوم الذى تتركب ذرته من نواة ذات بروتونَيْن ونيوترونَيْن ويحيط بها الكترونان .

والعناصر المعروفة كلها يمكن ترتيبها على هذا المنوال بحيث يزيد كل عنصر عما قبله الكترونا واحدا ، وحيث إن ذلك الترتيب يمكن وضعه بطريقة واحدة (العنصر الأول ذو الكترون واحد ، والثانى الكترونين وهكذا) ، فمن المتوقع إذن أن تكون العناصر المألوفة على الأرض هى نفسها الموجودة فى أى مكان آخر فى أرجاء الكون ، وتلك حقيقة أثبتت صحتها الأبحاث الفلكية ... حقاً لقد عثر علماء الفلك على عنصر غريب أثناء دراستهم للشمس فأطلقوا عليه اسم الهليوم ، ولكن تم اكتشاف ذلك العنصر على الأرض بعد ذلك بفترة وجيزة .

وهذه إحدى القواعد الهامة فى الدراسات الكونية ، فوجود نفس العناصر فى كل مكان وتماثل تركيب ذرات كل منها يترتب عليه كونيّة القوانين الكيمائية ، وينتج عن تلك التفاعلات نفس المركبات الكيميائية إذا أحاطت بها نفس

الظروف . ولسنا نقصد بذلك استحالة وجود كائنات حية تختلف عن الكائنات المعروفة لنا ، لكن يجب أن يكون تركيب خلاياها خاضعاً لتلك القوانين .

وفى الكائنات الحية المعروفة لنا يلعب عنصر الكربون دوراً هاماً وذلك بسبب قدرة ذلك العنصر على الاتحاد سواء مع نفسه أو مع العناصر الأخرى ، لينتج عن ذلك جزىء واحد مركب من عدد كبير من الذرات . وهذه الجزيئات المعقدة هى أساس تركيب جميع الكائنات الحية ... أما العنصر الآخر الذى يستطيع أن ينافس الكربون فى هذه القدرة فهو عنصر السليكون — ولكن الجزيئات التى يدخل فيها الكربون أكثر عدداً وتعقيداً من تلك التى يبنيها عنصر السليكون .

والسبب فى هذه القدرة التى يختص بها عنصر الكربون هو أنه رباعى التكافؤ . ففى تركيب أى جزىء لمركب كيميائى يدخل عدد معين من الذرات المنتمية إلى عنصرين أو أكثر . وقد اعتبر العلماء أن الإيدروچين أحادى التكافؤ ، فإذا اتحد عنصر آخر مع الإيدروچين ووجدنا أن الاحتمال الوحيد هو الارتباط بين ذرة واحدة من كل منهما كان ذلك العنصر الآخر أحادى التكافؤ أيضاً . أما إذا كان الارتباط ممكنا بين

ذرتين من العنصر مع ذرة من الإيدروچين كان العنصر ثنائى التكافؤ ... وهكذا .

ولكى نزيد الأمر وضوحاً نذكر أن بين العناصر الأحادية نجد الإيدروچين والصوديوم والكلور ، وبين الثنائية نجد الأكسچين والكالسيوم ، أما النتروچين فثلاثى التكافؤ ، والكربون رباعى .. ومن ذلك نرى أن ذرة واحدة من الصوديوم (أحادى) تتحد مع ذرة واحدة من الكلور (أحادى) لينتج عن ذلك ملح الطعام المعروف . وتتحد ذرة واحدة من الأكسچين (ثنائى) مع ذرتين من الإيدروچين (أحادى) لتكوين الماء ، أما ذرة النتروچين (ثلاثى) فإنها ترتبط مع ثلاث ذرات من الإيدروچين (أحادى) لينتج غاز النوشادر ، وتتحد ذرة واحدة من الكربون (رباعى) مع أربع ذرات من الإيدرچين (أحادى) لتكوين غاز الميثان أو غاز المستنقعات ... فالكربون إذن رباعى التكافؤ .

وعلى ذلك ، إذا أخذنا ذرة واحدة من عنصر أحادى التكافؤ نجد أنها لا تتحد إلا مع ذرة واحدة من زميلاتها الأحادية ، فى حين أننا إذا أخذنا ذرة ثنائية فإن المجال يتسع أمامها لتتحد مع ذرة من زميلاتها الثنائية أو مع ذرتين

أحاديتين . وهكذا كلما ازداد تكافؤ الذرة ازدادت الفرص أمامها وازداد عدد المركبات الكيميائية التي يمكن أن تدخل في تكوينها .

وقد تبين أن الجزيئات المعقدة المبنية على أساس سلسلة طويلة من ذرات الكربون هي أساس المواد الحية . ولكن كثيراً ما يحدث اتحاد بين هذه الجزيئات المعقدة حيث يسلك كل جزيء منها مسلك ذرة منفردة ولكن الرباط بينها يكون ضعيفاً وبذلك تكون في حالة عدم استقرار .

ويمكننا القول بصفة عامة ، إنه كلما ازداد تعقيد تركيب الجزيئات زاد عدم استقرارها وأصبحت عرضة للتفكك السريع ، إذا رفعنا درجة الحرارة مثلا . ولما كانت الجزيئات المكونة للأجسام الحية متناهية في التعقيد ، فإنها لهذا السبب تكون هشة تتحطم بسهولة عند ارتفاع الحرارة ، ولذلك فإن الطريقة المؤكدة لإبادة أي نوع من أنواع الحياة هي بتعريضها لحرارة مرتفعة ، وكلما تطور نوع الحياة إلى مستو أرقى كان تحطيمه سهلا .

فإذا كانت الكائنات الحية في باقي أرجاء الكون — إذا وجدت — معقدة التركيب كمثيلاتها في الأرض ، فإننا لا نتوقع

وجودها أينما كانت درجة الحرارة مرتفعة إلى حد كبير . أما من ناحية انخفاض درجة الحرارة فإن كثيرا من الكائنات تستطيع أن تقاوم البرودة الشديدة إذا تعرضت لها لفترات طويلة ، ومع أن الحرارة المنخفضة لا تحطم هذه الكائنات إلا أنها تصبح فى حالة خمول تتوقف فيها جميع العمليات الحيوية ... ولذلك نستطيع أيضاً أن نقرر — مع شىء من التحفظ — استبعاد وجود حياة فى الأجرام السماوية التى تنخفض فيها الحرارة انخفاضاً كبيراً .

وعند وجود درجة الحرارة المناسبة ، يتمكن النبات من الحصول على الكربون اللازم لبناء خلاياه عن طريق امتصاص ثانى أكسيد الكربون من الهواء خلال النهار . ولكن ثمة نباتات دنيا تحصل على الكربون فى الظلام دون ما حاجة إلى ضوء الشمس ، ومع ذلك فلابد من وجود ثانى أكسيد الكربون ولو بكميات ضئيلة . ففى الغلاف الجوى للأرض نجد أن كمية ثانى أكسيد الكربون لا تتجاوز $\frac{٤}{١٠٠٠٠}$ من كل الغلاف وهى مع ذلك تسد حاجة جميع النباتات فى الكرة الأرضية ... فالشرط الأول لوجود الحياة هو ثانى أكسيد الكربون .

ويتولد ثانى أكسيد الكربون فى جو الأرض عن طريق احتراق الفحم ، وذلك يحتاج إلى وجود الأكسجين . وينتج عن احتراق الكربون ، انطلاق طاقة حرارية سواء أكان ذلك الاحتراق سريعاً مصحوبا بوجود لهب ، أم بطيئاً غير مصحوب بلهب كما يحدث داخل الكائنات الحية ، وهذه الطاقة الحرارية ضرورية لها لأنها فى حركتها تستهلك كمية من الطاقة التى يجب تعويضها ، وعلى ذلك فإن وجود غاز الأكسجين ضرورى للكائنات الحية سواء أكانت على سطح الأرض أم فى أعماق البحار . وتتوقف طريقة استعمال الكائن للأكسجين على نوعه وعلى مكان وجوده ، فالكائنات الدنيا تمتصه عن طريق الجلد ، والأسماك عن طريق خياشيمها ، وأغشية التنفس فى العناكب ، والرئتين فى الإنسان وبعض الحيوانات . . . فالشرط الثانى لوجود الحياة هو الأكسجين .

ونحن نعلم أن الحبوب والبذور لا يمكن أن تنبت زرعا دون وجود الماء ، وهذا السائل يعتبر أحد العوامل الرئيسية المكونة للأغشية فى الإنسان والحيوان والنبات لأن خلاياها تحتاج إلى بعض الماء كى تستمر فى عملها وتنمو وتتكاثر . . . فالعامل الثالث لوجود الحياة هو الماء .

وإلى جانب هذه العوامل اللازمة للحياة ، نجد بعض العوامل الأخرى التى تعرقل وجودها ومن بينها مثلا وجود غازات النوشادر والكلور وأول أكسيد الكربون وغيرها ، وبعضها — كما سيتضح لنا — يسود أجواء بعض الكواكب .

والآن لنبحث عن البصمات التى تشير إلى وجود حياة على كوكب من كواكب السماء .

البصمات

هنالك من القرائن والأدلة ما يأتى فى المرتبة الأولى من الأهمية ، وهذه يجب أن نبحثها باهتمام كبير عند دراسة احتمال وجود الحياة على كوكب من الكواكب وهى :

أولا : وجود غلاف غازى يحيط بالكوكب ، وأنواع الغازات التى تدخل فى تركيبه .

ثانياً : درجة حرارة سطحه .

ثالثا : وجود آثار أو علامات نستدل منها على وجود كائنات حية فى ذلك الكوكب .

ولو وضعنا كل نقطة فى السماء تحت الفحص الشامل لاندثرت الحياة من الأرض قبل أن ننتهى من دراستها ، إذ يبلغ عددها ملايين الملايين من مختلف الأنواع والأشكال والأحجام . منها الكواكب المظلمة التى تستمد ضوءها من الشمس ، والأقمار الصغيرة التى تدور حول تلك الكواكب ، بالإضافة إلى مذنبات غير متماسكة فى تكوينها ، وكويكبات فى حجم الجبال . هـذا علاوة على ملايين النجوم الملتهبة ، وعدد هائل من المجرات يضم

كل منها حشداً من النجوم قد يكون بينها مجموعات شمسية مماثلة لمجموعتنا .

ولكن الأمر ليس بهذه الصعوبة ، فما كل مانراه فى السماء يعتبر أرضا صالحة للإقامة والسكن . وفى إمكاننا أن نستبعد الغالبية العظمى من الأجـرام السماوية ، ونقصد بذلك جميع النجوم لأنها من الغازات الملتهبة ، قد تزيد درجة الحرارة على سطحها على ثلاثين ألف درجة تزداد إلى عدة ملايين عند المركز . . . فمهما اشتط بنا الخيال ، لايمكننا أن نتصور وجود حياة من أى نوع عليها — اللهم إلا إذا كانت لنوع من الجان والمردة . ولكن لا يرجع تجنبنا البحث عن وجود الحياة فى النجوم إلى خوف أو فزع من الشياطين ، بل إلى جهلنا طريقة معيشتها وتركيب أجسامها .

فإذا أردنا أن ندرس الحياة فى أرجاء الكون ، قصرنا الحديث على أفراد المجموعة الشمسية من كواكب وأقمار وكويكبات ومذنبات . وهذه المجموعة فى متناول المناظير الفلكية حتى الصغيرة منها ، فضلا عن أن أبعد أفـرادها وهو الكوكب بلوتو لايزيد بعده على ٣٦٧٥ مليونا من الأميال عن الشمس بينما يبعد أقرب نجم بحوالى ٣٨ مليون مليون

كيلو متر ، وعلى ذلك فقد أشبع العلماء المجموعة الشمسية بحثا ودراسة على قدر ماتسمح به وسائلهم وإمكانياتهم ، وتجمعت لديهم عنها معلومات وافرة ذات أهمية قصوى فى دراستنا هذه .

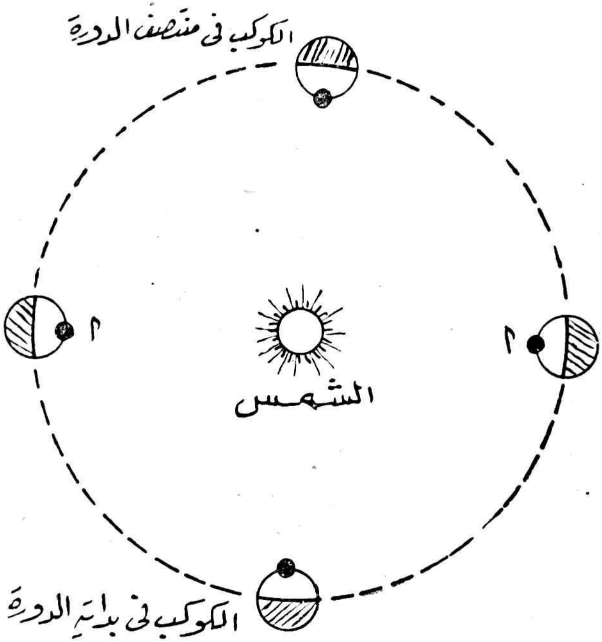
وقبل أن نبدأ بعرض النتائج التفصيلية ، يجب أن نبحث العوامل التى تحدد درجات الحرارة وأنواع الغازات التى يحتمل أن نجدها على أى فرد من أفراد المجموعة الشمسية وذلك يعطينا فكرة مبدئية عامة عن الأحوال فيه .

أما درجة الحرارة ، فهى تتوقف على بعد الكوكب أو قربه من الشمس ، وعلى كثافة الغلاف الغازى المحيط به — وفى بعض الأحيان قد نجد اختلافا كبيرا فى درجات حرارة المناطق المختلفة على سطح الكوكب الواحد ، وذلك إذا ما كانت حركته حول الشمس بحيث تتعرض منطقة معينة فيه لأشعتها طوال الوقت دون سائر المناطق .

ولكى نزيد فى إيضاح أثر هذه العوامل المختلفة على درجة الحرارة ، سنفترض بادىء ذى بدء أن جميع الكواكب قد اتفقت فيما بينها أن توازن بين حركتها حول الشمس و بين دورانها حول محاورها ، بحيث تصبح نصف أراضيها فى نهار دائم ، ونصفها

الآخر فى ظلام مستمر[١] . . . وأنها — فضلا عن ذلك —

(١) هذه النتيجة المثيرة يمكن أن يصل إليها الكوكب إذا كانت مدة حركته حول الشمس مساوية لفترة دورانه حول محوره — فإذا فرضنا (ا) مكانا معينا على سطح الكوكب ، وأن أشعة الشمس تسقط عمودية عليه بصفة مستمرة ، أى أن ذلك المكان يواجه الشمس دائما طوال حركة الكوكب حولها (شكل ١) ، فإن موقع المكان (ا) =



(شكل ١)

قد اتفقت فيما بينها على أن تتخلص مما قد يكون محيطا بها من غازات ، وبذلك تصل الطاقة الشمسية إلى سطحها دون عائق يمتص بعضها أو عقبة تشتت جزءا منها .

فى هذه الحالة يمكننا أن نتنبأ — إلى درجة كبيرة من الدقة — بدرجات الحرارة فى أى مكان على سطح الكوكب دون أن نجهد أنفسنا بسهر الليالى والأرصاد المضنية ، وذلك على أساس قاعدة بسيطة فى علم الفيزياء مضمونها أن كمية الطاقة التى يتلقاها أى كوكب من الشمس تتناسب عكسيا مع مربع بعده عنها — فلو أنا أخذنا كوكبين على سبيل المثال ، أحدهما على مسافة من الشمس قدرها خمسة أمثال مسافة الكوكب الثانى ، فإن أقربهما إلى الشمس — وهو الثانى — يتلقى طاقة تبلغ ٢٥ مرة قدر ما يتلقاه الكوكب الأول .

= فى بداية الدورة يكون إلى أعلى الصفحة ، وفى منتصف الدورة متجها اسفلها ، ثم يعود فى نهاية الدورة إلى اتجاهه الأول . فكأنما دار الكوكب حول نفسه دورة واحدة فى نفس الوقت الذى تحرك فيه فى مساره حول الشمس مرة واحدة .

ولكن لو اختلف مسار الكوكب عن الدائرة — كما هو الحال حقا — فإن كلى النهار الدائم والليل المستمر لا يشمل نصف الكوكب تماما ، بل يغطى كل منهما منطقة أقل من النصف ، بينما يتوالى الليل والنهار فى الجزء الواقع بين المنطقتين .

وكمية الطاقة هذه ، هى التى تحدد درجات الحرارة فى الأماكن المختلفة من المنطقة المضيئة فى الكواكب ، وهذه الحرارة تكون نهاية عظمى عند النقطة التى تسقط عليها أشعة الشمس عموديا ، وتقل تدريجاً كلما ابتعدنا عن تلك النقطة وذلك لازدياد ميل الأشعة الواصلة إلى تلك الأماكن . . . هذا فى النصف المضىء ، أما فى أماكن نصف الكوكب الذى لا تصل إليه أشعة الشمس على الإطلاق ، فهى ليست فقط فى ظلام دامس ، بل إن البرودة القارسة تسود مناطقها المختلفة ، وتنخفض درجة الحرارة هناك حتى تصل إلى ٢٦٠ درجة تحت الصفر .

وفيما يلى نسجل درجة حرارة النقطة الواقعة تحت أشعة الشمس حسب الشروط السابقة (عدم وجود غلاف غازى حول الكوكب ، وعدم تعاقب الليل والنهار فيه) .

الكوكب	درجة الحرارة المئوية
عطارد	٢٥٨
الزهرة	١٩١
الأرض	١١٩ (فوق درجة غليان الماء) .
المريخ	٤٣

الكوكب	درجة الحرارة المئوية		
المشترى	١٠٠	تحت	الصفر
زحل	١٤٥	»	»
يورانوس	١٨٤	»	»
نبتون	٢٠١	»	»
بلوتو	٢١١	»	»

ولكن غالبية الكواكب تسرع فى دورانها حول المحور ، فلا يتعرض مكان معين على سطحها للأشعة العمودية بصفة مستمرة ، بل يحدث ذلك لفترة قصيرة ثم يحمله دوران الكوكب بعيدا عن الأشعة العمودية ليحل محله مكان آخر . . . وهكذا . ونتيجة لذلك لا ترتفع درجة الحرارة فى أى مكان على سطح الكوكب إلى الحد المشار إليه فى الجدول السابق .

ومن ناحية أخرى ؛ لايحرم أى موقع على السطح من أشعة الشمس حرمانا تاماً ، بمعنى أنه لن يوجد أى مكان فى ظلام دامس مستمر . . . ومن ذلك نرى أن أية نقطة على سطح الكوكب تنيرها أشعة الشمس وترفع حرارتها ، ثم تمتنع عنها فتبرد قليلا ، ولكنها لن تبلغ من السخونة أو البرودة ذلك

القدر الذى تصل إليه حال تعرضها الدائم للأشعة أو حرمانها منها .

وكلما أسرع الكوكب فى دورانه حول محوره ، لم يجد سطحه وقتا كافياً كى يفقد أثناء الليل ما اكتسبه من حرارة خلال النهار . وبذلك يقل الفرق بين السخونة والبرودة حتى تكاد تتساوى درجات الحرارة نهاراً وليلا .

أما العامل الثانى الذى يؤثر على (تكييف) درجات الحرارة ، فهو إحاطة الكوكب بغلاف من الغازات . وتأثير ذلك الغلاف راجع إلى سببين رئيسيين : —

١ — يعمل الغلاف الغازى كحاجز بين سطح الكوكب وبين الفضاء المحيط به ، فيحافظ أثناء الليل على الحرارة المكتسبة ، أو على الأقل يبطىء من سرعة التبريد وبذلك يصير السطح أدفأ ليلا مما لو انعدم وجود تلك الغازات .

٢ — وجود الغلاف الجوى يؤدى إلى حدوث تيارات هوائية ، وهذه تنقل موجات البرد إلى المناطق الحارة وبالعكس.

وأخيراً ، إلى جانب تأثير تلك العوامل الجوية فى درجات

الحرارة ، تتدخل بعض العوامل الأخرى فى هـذا الشأن ، كتضاريس السطح من جبال وصحار وبحار وغيرها .

ويجدر بنا فى هذا الصدد ، أن نقارن بين حال الأرض فيما لو اختفى غلافها الجوى ، وأبطأت فى دورانها حول محورها لتتم ذلك فى عام كامل بدلا من ٢٤ ساعة ، وبين حالها كما هى عليه الآن — ففى الحالة الأولى تختص بعض المدن والأماكن بنهار دائم ويبقى سائر الكرة الأرضية فى ليل مستمر ، ونتيجة لذلك تصل درجة الحرارة فى المدينة الواقعة تحت الشمس مباشرة إلى مائة وعشرين درجة مئوية ، فتغلى مياهها وتتبخر ، ثم تقل درجة الحرارة تدريجا كلما ابتعدنا عن ذلك المكان للسبب الذى ذكرناه سابقاً : أى ميل أشعة الشمس بالنسبة لتلك البلدان الأخرى . فإذا ما وصلنا إلى النصف المظلم من الأرض وجدنا درجة الحرارة قد هبطت تحت الصفر بحوالى ٢٥٠ درجة .

* * *

هذه هى حالة الأرض التى يرثى لها ، صحراء جرداء لا ماء فيها ولا زرع ، بعض أنحائها شديد السخونة ، وباقيها قارس البرودة ، ويصبح من المستحيل أن تستقر الكائنات الحية عليها . ولكن وجود الغلاف الهوائى حولها بالإضافة إلى دورانها السريع أدى إلى انخفاض النهاية العظمى لدرجة الحرارة ، فأصبحت لا تزيد

على الخمسين درجة ، وفى الوقت نفسه ارتفعت النهاية الصغرى حتى صارت حوالى الأربعين أو الخمسين تحت الصفر المئوى .

فإذا ما جذبنا انتباه القارىء ، وذكرناه بما لموجات الحر اللافح أو البرد القارس من ضحايا عديدين ، لأدركنا النعمة الكبرى التى أسبغها الله على سكان الأرض حين أحاط كوكبهم بغلاف جوى صار لهم بمثابة (جهاز تكييف) .... ولا شك فى أنه من واجبنا أن نلقى نظرة على ذلك الجهاز ، تكون لنا بمثابة الضوء الكاشف الذى نسلطه على الكواكب الأخرى لنستشف ما يقع بين ربوعها من مفاجآت للجنس البشرى .

جهاز التكييف

ما الذى يحفظ للأرض أو الكوكب غلافه من الضياع ؟ وما هى العوامل المختلفة التى تتدخل لتقرر مصير كوكب من الكواكب وتحدد نصيبه من (أجهزة التكييف) وتتحكم فى نوع ذلك الجهاز ؟ . . . هذه بعض الأسئلة الهامة الرئيسية التى يجابهها الباحث فى أمر الكواكب والتى يخصص لها جانبا من وقته ليجيب عليها أولا ، ثم يضع تلك الإجابات نصب عينيه خلال خطواته التالية .

يذكر علماء الطبيعة والكيمياء أن الغازات ليست سوى عدد من الجزيئات التى يختلف تركيبها تبعا لنوع الغاز . . . ، وإحدى طبائع هذه الجزيئات أشبه بحشد من الناس قد تجمعوا فى مهرجان ما ، فإنا نراهم فى حركة دائمة ، كل منهم يسير فى أى اتجاه يعن له ، ولكن سرعة سيره تتوقف على عاملين رئيسيين ، أولهما يتوقف على الشخص نفسه (أى الجزىء نفسه) ونعنى بذلك كتلته ، فمن كان منهم ينتمى إلى الوزن الثقيل تهادى فى خطواته ، ومن كان خفيف الوزن كان أسرع من أقرانه

وثانى العاملين درجة الحرارة ، فهى إذا ارتفعت أسرع الأفراد فى سيرهم محاولين الابتعاد عن هذا الزحام هربا من جوه الخانق.

وعلى الرغم من هذه الفوضى التى تسود حركة الحشد ، إلا أننا نستطيع أن نضع لها قواعد عامة لا غنى عنها فى أبحاثنا ، فإذا قسمنا ذلك الحشد إلى عدة فئات ، كل فئة منها متساوية فى الوزن ، أمكننا أن نحدد سرعة متوسطة لكل فئة بحيث نجد أن أغلبية أفرادها لا تختلف سرعة سيرهم اختلافا ملحوظاً عن تلك السرعة المتوسطة ، بعضهم يزيد عنها قليلا وباقيهم أقل منها ، أما القلة النادرة من أفراد المجموعة فهى تشذ عن تلك القاعدة .

وتشير قوانين علم الطبيعة فى هذا الصدد ، إلى أن مربع هذه السرعة المتوسطة يتناسب عكسيا مع الكتلة ، فنقصان الكتلة إلى ربع قيمتها مثلا يقابله ازدياد السرعة إلى الضعف وبالعكس زيادة الكتلة إلى أربعة أمثالها يؤدى إلى نقصان سرعة المجموعة إلى النصف — وذلك إذا أبقينا درجة الحرارة ثابتة دون تغيير .

ومن ناحية أخرى ، لو أخذنا فئة معينة وراقبنا سرعتها المتوسطة ، كلما تغيرت درجة الحرارة ، لوجدنا أن مربع

هذه السرعة يتناسب مع درجة الحرارة ، فازدياد الحرارة إلى أربعة أمثال قيمتها يؤدى إلى زيادة السرعة إلى الضعف ، وانخفاض الحرارة إلى ربع قيمتها يقابله نقصان السرعة إلى النصف وهكذا .

وبالجمع بين هذين العاملين ، نرى أن مربع السرعة المتوسطة يزداد بارتفاع درجة الحرارة وبنقصان الكتلة ، ومعنى ذلك أننا لو أخذنا فئة ما فى جو تسوده درجة حرارة معينة ، ثم أخذنا فئة أخرى فى جو مختلف ، فإنهما يسيران بنفس السرعة المتوسطة إذا كانت كتلة المجموعة الثانية (مثلا) ضعف الأولى والحرارة المحيطة بها هى أيضاً ضعف درجة حرارة الجو المحيط بالأولى . ولكن لو اختلفت الكتلتان دون تغير الحرارة ، أو تغيرت الحرارة مع تساوى الكتلتين فإن السرعة المتوسطة تختلف فى الحالتين .

ومعنى هذه المناقشة — فى عالم الفلك — أننا لو أخذنا الغلاف الجوى المحيط بكوكب معين فإن كل نوع من الغازات يقابل فئة معينة من الحشد المشار إليه ، فهناك فئة الإيدروچين وفئة الأكسچين وفئة النتروچين ... وهكذا ، كل فئة منها عبارة عن جزيئات تختلف فى كتلتها عن الفئة الأخرى . فإذا

اعتبرنا درجة حرارة الجو فى ذلك الكوكب واحدة بين جميع الفئات ، فإن الغازات الخفيفة كالإيدروچين أو الهليوم تتحرك أسرع من الغازات الثقيلة مثل النتروجين أو الأكسچين مثلا .

ومن ناحية أخرى ، إذا أخذنا كوكبين مختلفين فى درجة الحرارة ، فإنا سنجد الخاصية السابقة سائدة فى كل منهما — أى أن الغازات الخفيفة أسرع من الثقيلة — ولكن إذا قارنا أحد الكوكبين بالآخر فإن سرعة الغازات الخفيفة والثقليلة على السواء تزداد فى الكوكب المرتفع الحرارة عن زميلاتها فى الكوكب الآخر .

فإذا علمنا أنه كلما ازدادت سرعة جزيئات فئة معينة من غازات الغلاف الجوى المحيط بالكوكب ، ازدادت الفرص أمام ذلك النوع المعين كي يتغلب على قوة جذب الكوكب ، فيبتعد عن منطقة نفوذه ويتشتت فى الفضاء ، أصبح فى مقدورنا أن نسجل القواعد العامة التالية وهى تبين الفرص المتاحة للكوكب لهروب غازات غلافه الجوى :

أولا : هروب الغازات الخفيفة من كوكب أسرع وأكثر احتمالا من هروب الغازات الثقيلة .

ثانياً : معدل هروب أى غاز معين من جو كوكب ذى

حرارة مرتفعة يزيد عن مثيله فى جو كوكب ذى حرارة منخفضة .

وثمة قاعدة ثالثة هامة أشرنا إليها بطريق غير مباشر عندما قلنا : « كى يتغلب على قوة جذب الكوكب » . . . فكأنما قوى الجاذبية عامل هام فى هذا المجال — فإذا ازدادت هذه القوة اشتد جذب الكوكب لكل ما على سطحه ولما يحيط به من غازات فلا تستطيع منه فكاكا ، ما لم تتدخل العوامل الأخرى كخفة الغاز أو ارتفاع الحرارة .

وقوى الجاذبية هذه — إلى جانب تدخلها لمحاولة الاحتفاظ بالغازات المحيطة بالكوكب — فإنها أيضا ذو أثر كبير فى تحديد إقامة سكان الكوكب ، إذ أنه كلما ازدادت الجاذبية ، أصبح مغادرة الكوكب من الصعوبة بمكان . فسفينة الفضاء التى تكتسب سرعة كافية للتغلب على جاذبية الأرض لا يمكنها — بنفس هذه السرعة — أن تغادر كوكبا ثقيلا مثل المشترى .

وقد أطلق العلماء على السرعة المطلوبة كى يتغلب جسم ما على جاذبية كوكب معين حتى يستطيع الهرب منه إلى الفضاء ، اسم سرعة الإفلات . وهذه السرعة — كما ذكرنا — تعتمد على الجاذبية أى تتوقف على كتلة الكوكب وحجمه وهى بذلك

يمكن حسابها لكل كوكب . وقد أثبتنا قيمتها للكواكب المختلفة ، مقدرة بالكيلو مترات فى الثانية ، ومرتبة ترتيبا تصاعديا ، فى الجدول التالى :

الكوكب	الكتلة (١٠^٢٤ كيلو جرام)	نصف القطر (بالكيلو مترات)	سرعة الافلات (كم / ثانية)
القمر	٠,٠٧٣٦	١٧٣٩	٢,٤
عطارد	٠,٣١٢	٢٥٠٠	٣,٨
المريخ	٠,٦٥	٣٣٩٢	٥,١
الزهرة	٤,٩	٦٢٠٠	١٠,٤
الأرض	٦,٠	٦٣٧٨	١١,٣
يورانيوس	٨٧,٧	٢٥٧٥٠	٢١,٦
نبتون	١٠٣	٢٤٩٥٠	٢٣,٨
زحل	٥٦٨,٨	٥٩٥٠٠	٣٦,٧
المشترى	١٩٠١,٤	٧١٣٠٠	٦١,٠

ولا يَحْسبَنّ القارىء أننا قد انتقلنا به من الموضوع الرئيسى — وهو دراسة هروب الغازات من أجواء الكواكب إلى البحث فى سفن الفضاء وتغلبها على الجاذبية . حقا إن سرعة الإفلات تعتبر عاملا هاما فى إطلاق الأقمار الصناعية ومراكب الفضاء ، ولكنها من ناحية أخرى تساعدنا فى دراسة الفرص

المتاحة لهروب الغازات ، وذلك بمقارنتها بالسرعة التى تتحرك بها جزيئات غاز معين فى جو أحد الكواكب .

فمن نظرة واحدة ، نستطيع أن نعلن — عن طريق الحسابات النظرية فقط — احتمال عدم وجود غازٍ ما على سطح كوكب ذى حرارة معلومة ، إذا كانت سرعة الجزيئات تساوى أو تزيد على سرعة الإفلات لهذا الكوكب . فى هذه الحالة تزداد قدرة هذه الجزيئات على (الهجرة) من نطاق جاذبيته والانطلاق فى الفضاء .

ولكن المسألة ليست بهذه البساطة ، فكما يذكر القارىء — فى حديثنا عن تحريك فئة ذات وزن واحد خلال المهرجان — أن السرعة المنسوبة إلى تلك الفئة ليست سوى قيمة متوسطة تقترب منها سرعة الغالبية من أفرادها . . . . وكذلك الحال فى السرعة المتوسطة لجزيئات الغاز ، فإننا إذا أخذنا فى الاعتبار سرعة كل جزىء على حدة لوجدناها تختلف إن قليلا أو كثيراً عن المتوسط ، إلى درجة أن بعض الجزيئات قد تزيد حركتها مئات المرات عن سرعة جزيئات أخرى من نفس الغاز .

ومعنى ذلك ، أن صغر السرعة المتوسطة عن سرعة الإفلات

لا يعنى ضمان بقاء ذلك إلى الأبد ، ولكن الحقيقة أن عدداً من جزيئاته يستطيع بكل سهولة أن يفلت من قوى الجاذبية — وبعد فقدان هذا العدد يتجدد توزيع ما بقى من الجزيئات طبقاً لنفس القاعدة بحيث يتحرك عدد صغير آخر منها بسرعة كبيرة تمكنه من الهروب . . . وهكذا .

وعلى هذا الأساس نستطيع أن نؤكد أن الغازات الموجودة فى أى كوكب ستهرب منه إن عاجلا أو آجلا ، والزمن الذى يستغرقه ذلك يتوقف على سرعة أو بطء عملية الهروب . وقد تمكن العالم الكبير (جيمس جينز) من حساب الفترة التى يفقد فيها الكوكب غازا معينا ، وخرج بالنتيجة التالية .

١ — إذا كانت السرعة المتوسطة للغاز أكبر من أو تساوى ⅓ سرعة الإفلات ، فإن الكوكب يفقد هذا النوع من الغاز فى بضعة أسابيع أو ساعات .

٢ — إذا كانت السرعة المتوسطة مساوية ¼ سرعة الإفلات ، تم هروب الغاز فى حوالى خمسين ألف عام .

٣ — إذا كانت السرعة المتوسطة مساوية ٢/٩ سرعة الإفلات هرب الغاز فى فترة قدرها ثلاثون مليون عام .

٤ — إذا قلت السرعة المتوسطة عن ⅕ سرعة الإفلات ،

لاستغرق فقد هذا الغاز أكثر من ثلاثين ألف مليون عام .

وتفسير هذه النتيجة بالمقاييس الفلكية ، أن الكوكب يفقد غلافه الجوى فى وقت قصير إذا كانت السرعة المتوسطة تساوى ربع سرعة الإفلات أو تزيد عنها ، ويطول الوقت كلما قلت عن ذلك .

وقد اخترنا أربعة عشر نوعاً من الغازات ، وحسبنا السرعة المتوسطة لكل منها ، فى درجات الحرارة المناظرة لكل كوكب ، ووضعناها فى الجدول التالى للمقارنة بقيمة ربع سرعة الإفلات من ذلك الكوكب . وتطبيقاً لنظرية (چيمس چينز) حددنا أنواع الغازات التى يفقدها كل كوكب فى وقت قصير نسبياً (حوالى خمسين ألف عام) ، ومعنى ذلك أن نفقد الأمل فى وجود هذه الغازات وأن نحاول البحث عن الأنواع الباقية .

نرى من هذا الجدول أن معظم الغازات موجودة فى كل الكواكب ، ولكن الحقيقة تختلف عن ذلك كل الاختلاف ، والسبب فى ذلك هو أننا حسبنا سرعة الإفلات للكوكب فى حالته الراهنة من حيث الحجم والكتلة ، وكذلك حسبنا السرعة المتوسطة للغاز فى درجة الحرارة الحالية للكوكب . فإذا أردنا أن نتوخى الدقة فى عملنا ، أدخلنا فى حسابنا درجة الحرارة

الكوكب	¼ سرعة الإفلات (كم/ثانية)	السرعة المتوسطة للغاز (كم / ثانية) الايدروجين	الهليوم	الميثان	النوشادر	بخار الماء	النتروجين	الاكسجين
عطارد	٠,٩٥	٢,٩١	١,٤٦	١,٠٣	١,٠٠	٠,٩٧	٠,٧٨	٠,٧٣
الزهرة (النصف المضيء)	٢,٦	٢,٠٣	١,٠٢	٠,٧٢	٠,٧٠	٠,٦٨	٠,٥٤	٠,٥١
الزهرة (النصف المظلم)	٢,٦	١,٧٨	٠,٩٠	٠,٦٣	٠,٦١	٠,٦٠	٠,٤٨	٠,٤٥
الأرض	٢,٨٢	١,٩٠	٩,٩٥	٠,٦٧	٠,٦٥	٠,٦٤	٠,٥١	٠,٤٨
المريخ	١,٢٨	١,٩٢	٠,٩٦	٠,٦٨	٠,٦٦	٠,٦٤	٠,٥١	٠,٤٨
المشترى	١٥,٢٠	١,٢٩	٠,٦٥	٠,٤٦	٠,٤٥	٠,٤٣	٠,٣٥	٠,٣٢
زحل	٩, ٢	١,٢٢	٠,٦١	٠,٤٣	٠,٤٢	٠,٤١	٠,٣٣	٠,٣١
يورانوس	٥, ٤	١,٠٨	٠,٥٤	٠,٣٨	٠,٣٧	٠,٣٦	٠,٢٩	٠,٢٧
نبتون	٥,٩٥	٠,٩٦	٠,٤٨	٠,٣٤	٠,٣٣	٠,٣٢	٠,٢٦	٠,٢٤
القمر (النصف المضيء)	٠,٦	٢,٢٢	١,١١	٠,٧٩	٠,٧٦	٠,٧٤	٠,٦٠	٠,٥٦
القمر (النصف المظلم)	٠,٦	١,٢٤	٠,٦٢	,٤٤	٠,٤٣	٠,٤٢	٠,٣٣	٠,٣١

الكوكب	¼ سرعة الإفلات (كم / ثانية)	السرعة المتوسطة للغاز (كم / ثانية) النيون	ثانى أكسيد الكربون	الاوزون	ثانى أكسيد الكبريت	الأرجون	الكربتون	الاكزينون
عطارد	١,٠٢	٠,٦٥	٠,٦٢	٠,٦٠	٠,٥٢	٠,٤٦	٠,٣٢	٠,٢٦
الزهرة (النصف المضىء)	٢,٥٧	٠,٤٥	٠,٤٣	٠,٤٢	٠,٣٦	٠,٣٢	٠,٢٢	٠,١٨
الزهرة (النصف المظلم)	٢,٥٧	٠,٤٠	٠,٣٨	٠,٣٧	٠,٣٢	٠,٢٨	٠,٢٠	٠,١٦
الأرض	٢,٨٠	٠,٤٢	٠,٤١	٠,٣٩	٠,٣٤	٠,٣٠	٠,٢١	٠,١٧
المريخ	١,٢٧	٠,٤٠	٠,٤١	٠,٣٩	٠,٣٤	٠,٣٠	٠,٢١	٠,١٧
المشترى	١٤,٩١	٠,٢٩	٠,٢٨	٠,٢٧	٠,٢٣	٠,٢١	٠,١٤	٠,١١
زحل	٨,٩٣	٠,٢٧	٠,٢٦	٠,٢٥	٠,٢٢	٠,١٩	٠,١٣	٠,١١
بورانوس	٥,٣٣	٠,٢٤	٠,٢٣	٠,٢٢	٠,١٩	٠,١٧	٠,١٢	٠,١٠
نبتون	٥,٨٧	٠,٢١	٠,٢١	٠,٢٠	٠,١٧	٠,١٥	٠,١١	٠,٠٨
القمر (النصف المضىء)	٠,٥٩	٠,٥٠	٠,٤٨	٠,٤٦	٠,٣٩	٠,٣٥	٠,٢٤	٠,٢٠
القمر (النصف المظلم)	٠,٥٩	٠,٢٨	٠,٢٧	٠,٢٦	٠,٢٢	٠,٢٠	٠,١٤	٠,١١

الأصلية للكوكب عند بدء تكوينه ، وهى أعلى بكثير من نظيرتها فى الوقت الحاضر مما يؤدى إلى سهولة إفلات الغازات الأخرى. فإذا أضفنا إلى ذلك الحجم المبدىء للكوكب — وهو أكبر من الحجم الحالى — والتغير الذى حدث فى كتلته أمكننا أن نتابع التطورات المختلفة فى الجو المحيط به مع مرور الزمن .

وليست هذه العوامل هى كل ما يعنينا ، بل يجب أن نأخذ فى الاعتبار مختلف التفاعلات الكيميائية وغيرها ، مما قد يؤدى إلى (استهلاك) أحد هذه الغازات كليا أو جزئياً ، أو مما قد يؤدى إلى (توالده) وزيادة كميته فى جو الكوكب .

ولما كان هذا العمل فى غاية التعقيد ، فإنه يحتاج من جهة إلى عمليات حسابية وكيميائية لا نهاية لها ، ومن جهة أخرى يضطر إلى تكراره حسب كل نظرية من النظريات المختلفة التى تفسر نشأة الكون والمجموعة الشمسية ، لذا كان من الأفضل أن نبحث عن هذه الغازات بطرق مباشرة مما تستخدم فى الأرصاد الفلكية وأهمها طريقة تحليل أطياف هذه الكواكب.

الكشف عن الغازات والنباتات في الكواكب

يعلم القارىء ولا ريب أن الضوء الأبيض يتحلل — إذا اعترض مسيره منشور زجاجى — إلى عدة ألوان متلاصقة ، ثابتة الترتيب مهما كان المصدر المشع لذلك الضوء ، كما يعلم أيضاً أن كل لون منها له أطوال موجاته الخاصة به ، لا يزاحمه فيها لون آخر ، حتى إننا لو ذكرنا طولا معلوما أمام عالم فى الفلك أو الطبيعة لأنبأنا على الفور إلى أى لون ينتمى ذلك الطول . فاللون البنفسجى يمتاز بموجاته القصيرة ، ويليه اللون النيلى ثم الأزرق ثم الأخضر ثم الأصفر ثم البرتقالى فالأحمر . وفيما وراء البنفسجى والأحمر توجد موجات أخرى ألوانها غير مرئية بالعين مثل الأشعة فوق البنفسجية ودون الحمراء وغيرها .

وما يهمنا فى هذا الصدد هو حالة وجود غاز أمام مصدر الضوء فحينئذ يحدث أحد أمرين :

١ — إذا كانت حرارة ذلك الغاز مرتفعة نوعاً ما فإن ذراته

تمتص جزءاً من ذلك الإشعاع ذا طول معين ، وعلى ذلك نجد مكانه فى الطيف خطا أسود أو بضعة خطوط سوداء تسمى خطوط الامتصاص ، ويتميز كل غاز بمجموعة من الخطوط ذات أطوال معينة لا يكاد ينازعه فيها منازع . فإذا وجدنا هذه المجموعة فى طيف ما ، عرفنا على الفور نوع الغاز الذى يعترض مصدر الضوء ، فعند تحليل طيف الشمس أو النجوم العادية يمكن تحديد أنواع الغازات الموجودة فى الطبقات الخارجية والتى يمر خلالها الضوء المنبعث من أعماق الشمس أو النجم .

٢ — إذا كانت حرارة الغاز منخفضة انخفاضا كبيراً ، كان من الأرجح أن يمتص طولا معينا من ذلك الإشعاع ثم تنبعث منه أشعة أخرى ذات طول مختلف فيزداد لمعان الطيف عند هذا الطول الجديد ، ويبدو مكانه خط أشد لمعانا من الطيف المحيط به يسمى خط الانبعاث . وسواء انبعث ذلك الطول المعين الأصلى أو الطول الجديد فإن كليهما يجب أن يكونا ضمن مجموعة خطوط ذلك الغاز نفسه فوجود خط انبعاث فى الطيف يشير إلى نوع الغاز المنتج له .

وإذا بدت المسألة هينة بعد هذا التحليل — فى نظر القارىء — فإنها لم تكن بهذه السهولة عندما بدأ الفلكيون

يبحثون عن الغازات فى أجــواء الـكواكب وخاصة غازى الأكسجين وبخار الماء . وترجع الصعوبات الرئيسية التى قابلتهم فى هذا المضمار إلى عاملين :

١ — ترسل الشمس إشعاعاتها إلى الـكواكب ، التى هى فى حقيقة الأمر أجسام مظلمة كالأرض ، فتمتص تلك الـكواكب الموجات القصيرة من الإشعاعات وتعـكس ما بقى (الموجات الطويلة وخاصة الأشعة دون الحمراء) . فإذا أضفنا إلى ذلك درجات الحرارة المنخفضة لسطح الـكوكب والغازات المحيطة به (إذا قارناها بالشمس والنجوم) لوجدنا أن دراسات الأشعة دون الحمراء تلعب دورا هاما فيما نحن بصدده وتلك دراسات تحتاج إلى أجهزة خاصة لأن الألواح الفوتوغـرافية المألوفة لا تتأثر بتلك الأشعة فلا تسجلها لتـكشف عن مضمونها .

٢ – وحتى لو اقتصرنا على دراسة القصيرة نوعا ما ، لتدخل جو الأرض محاولا تثبيط همتنا كأنما تأبى أرضنا علينا أن نتطلع إلى كوكب آخر مخافة أن نغادرها إليه أم لعله إشفاقا علينا من المصير المجهول . فهى تعلم أن أشعة الشمس عند مرورها فى جو الـكوكب تحمل معها بصمات الغازات الموجودة هناك ، فإذا كان ذلك الغاز من النوع الموجود فى غلاف الأرض ، فإنها

تنتهز فرصة مرور الأشعة بين غازاتها لتدس عليها بصمات مشابهة قبل أن تتلقفها أجهزة التحليل . وذلك أشبه ما يكون بشخصين لهما نفس بصمات الأصابع ، طبع أحدهما بصماته منطبقة تماما فوق بصمات الآخر . فيصبح لزاما علينا أن نقرر ما إذا كان الأثر النهائى هــو لغازات الأرض وحدها أم مضافا إليها غازات الــكوكب .

وقد تغلب العلماء على هذه الصعوبة باستخدام إحدى طرق ثلاث تعتمد أولاها على دراسة شدة خطوط الطيف ، وهنا يتدخل القمر — ذلك الابن الشقى — ليفسد عمل الأرض ويكشف الستار عما تحاول أن تخفيه عنا . فمن المؤكد لدى الفلكيين وعن طريق أنواع أخرى من الأبحاث سيأتى ذكرها فى حينه — أن القمر لايحتفظ بغلاف جوى ، أو على أكثر تقدير تحيط به غلالة رقيقة لا تكاد تؤثر فى إشعاعات الشمس المنعكسة من سطحه ،ومعنى ذلك أن طيف هذا الإشعاع المنعكس لا يزيد على طيف الشمس المباشر إلا بالخطوط الأرضية أى الناتجة عن الغازات المحيطة بالأرض ، فتحليل الضوء الآتى من القمر يعطينا بصمات الأرض وحدها . فإذا قارنا طيف القمر بطيف كوكب ما ووجدنا أن الخطوط الأرضية فى كليهما لهــا

نفس القوة والشدة أو الوضوح ، استطعنا أن نؤكد عدم وجود هذه الغازات على سطح الكوكب ، أما إذا زادت فى الكوكب عن القمر ، كان معناه إدلاء غازات الكوكب بدلوها إلى جانب غازات الأرض المماثلة لها .

وأساس القاعدة الثانية فى الكشف عن الأكسجين أو بخار الماء فى الكوكب ، إحدى خصائص علم الطبيعة المسماه بقاعدة (دوبلر) . وطبقاً لهذه القاعدة تكون خطوط طيف الجسم المتحرك غير واقعة فى نفس الموضع المحدد للجسم الساكن بل تكون تلك الخطوط مزحزحة عن مواقعها الأصلية المنسوبة إلى الجسم غير المتحرك ، وتكون الإزاحة إما إلى جهة اليمين أو اليسار حسبما كان الجسم يتحرك مبتعدا عن جهاز الطيف أو مقتربا منه . فباختيار الوقت المناسب حين يكون الكوكب آخذا فى الابتعاد عن الأرض أو فى الاقتراب منها ، نجد أن خطوطه تنفصل عن الخطوط الأرضية إلى درجة يمكن ملاحظتها أو على الاقل يتشوه منظر الخطوط الأرضية بما يؤكد وجود هذا الغاز على الكوكب .

أما الطريقة الثالثة ، فهى ذات صلة بالسابقة ، وهى تستخدم إذا كان تشويه الخطوط الأرضية ضئيلا مشكوكا فى أمره . ففى

هذه الحالة نسجل طيفين للكوكب أحدهما عند اقترابه وثانيهما أثناء ابتعاده ، وحينئذ يكون التشويه فى الأول إلى اليسار وفى الثانى إلى اليمين من الخط الأرضى الأصلى ومهما كان مقداره صغيراً ، إلا أن وجوده فى ناحيتين عكسيتين يظهره بوضوح للباحث عنه .

وقد حظيت النباتات أيضاً بنصيب وافر من اهتمام علماء الفلك ، وخاصة بعد أن وجهوا عنايتهم إلى المناطق الداكنة على سطح المريخ واحتمال احتوائها على نوع ما من النبات ، سواء كان نوعاً معروفاً لنا أم مجهولا . وعلى الرغم من تنوع حقول الدراسات وتشعبها يمكننا حصر اهتمامنا فى ثلاث منها باعتبار أنها رئيسية فى ناحيتى الكشف عن وجود النباتات والاستفادة منها غذائياً .

وسنبدأ الآن حديثنا بإشارة موجزة إلى الناحية الغذائية لأنها قد تصبح المشكلة الكبرى التى تواجه الإنسان إذا ما ركب رأسه وقرر أن يتخذ الكواكب موطنا ، بل لعلها ستجابهه فى المستقبل القريب حتى ولو بقى على سطح الأرض ، إذا لم يتمكن من تحديد النسل . والعالم قد بدأ يشعر الآن فعلا بالزيادة المريعة فى تعداد السكان عاماً بعد عام ، وما يصاحب ذلك من

نقص متزايد فى نصيب الفرد من الغذاء ، حتى إن بعض الخبراء أعلنوا أن الجيل القادم سيحتاج إلى ما يعادل ضعف الإنتاج الحالى . فإذا ما وضعنا نصب أعيننا ، ذلك البطء الشديد فى ازدياد مساحة الأراضى الزراعية اتضح لنا إلى أى مدى ستتراكم المشكلات بعد خمسين عاماً أو مائة .

ولا شك أن هنالك عوامل كثيرة تحد من مساحة تلك الأراضى ، فبعض الدول ينقصها المال ، وبعضها فى حاجة إلى الخبراء ، وأخرى يقف الاستعمار فى طريقها . وحتى لو تغلب العالم على تلك العقبات لوصل فى يوم من الأيام إلى نقطة ركود فى ناحية الإصلاح الزراعى نتيجة للعوامل الطبيعية التى تتوقف على طبيعة الأراضى أو كمية المياه وغيرها . وذلك ما لم يوجه الإنسان قُواه الذرية ونهضته العلمية إلى النواحى المفيدة كتقطير مياه المحيطات والبحار ، وتفجير البحيرات الصناعية فى الصحراوات .

وقد توصل بعض العلماء فى أبحاثهم إلى أن أمل البشرية فى الخلاص من تلك الورطة يتركّز فى النباتات التى تحتاج إلى أقل كمية من الماء ؛ وجوّ يختلف فى تركيبه عن جو الأرض العادى . وذلك أمر يسير إذا استطعنا بناء بيوت خاصة مصنوعة

من (البلاستيك) الرخيص الثمن ، ثم إطلاق الغازات المناسبة فيها . وبعد أن تنضج تلك المحاصيل ، يمكن جمعها وتحويلها إلى مسحوق أو إلى أقراص أو تمزج ببعض الأطعمة العادية كى تصبح مقبولة الطعم .

هذا النوع من النباتات ، وإن كان فى حاجة إلى مزارع خاصة على سطح الأرض ، إلا ان الاحتمال كبير فى وجودها أو زراعتها على الطبيعة فى بعض الكواكب الأخرى ، ومن أهم هذه الأنواع النباتات وحيدة الخليّة ، فهى لا تحتاج — مثل النباتات العادية — إلى كثير من الماء والفوسفور والأزوت وغيرها ، ولكنها تحتاج فى الواقع إلى كميات من غاز ثانى أكسيد الكربون ، وذلك الغاز موجود بكثرة فى بعض الكواكب مثل الزهرة والمريخ .

وقد قام بعض العلماء فعلا بزراعة هذه الأنواع من النباتات ، بل لقد ذهب بعضهم إلى حد تذوقها استعداداً لتقديمها إلى الجنس البشرى ، وكانت تقاريرهم تشير إلى أن مذاقها قريب الشبه من الكلأ الأخضر ...

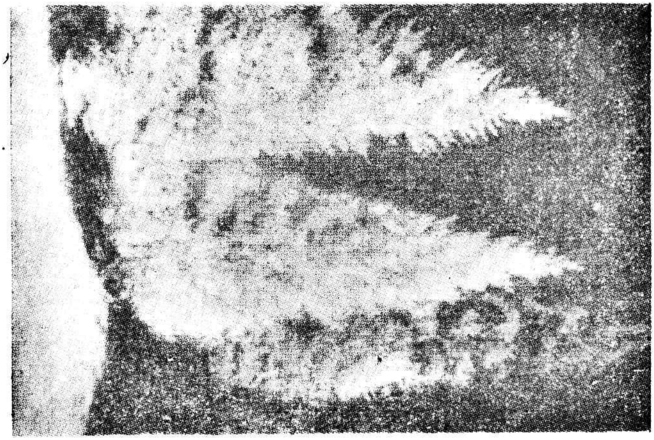
ولم يقتصر تفكير العلماء على استغلال هذه النباتات من الناحية الغذائية ، بل يقومون بإجراء التجارب لاستخلاص

بعض خيوط الغزل منها ، وكذلك تجفيفها وكَبْسِها لتصبح وقوداً مناسباً يغنى عن الفحم والبترول والأخشاب ... ومع أن حاجة العالم إلى هذه النواحى أقل من حاجته إلى الناحية الغذائية ، إلا أن سكان الكواكب سوف يهتمون بها جميعاً .

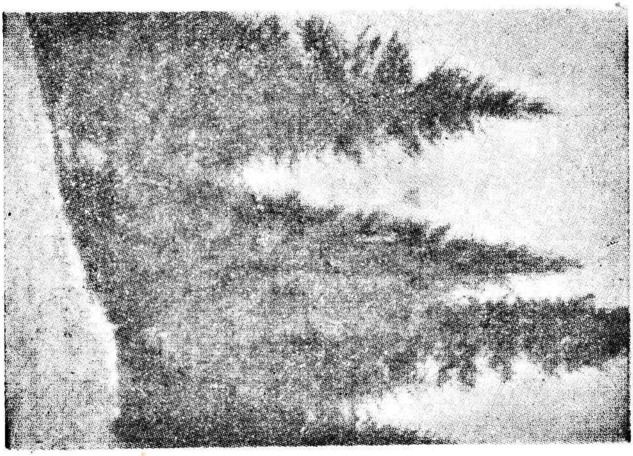
والحقل الثانى من الدراسات الموجهة إلى النباتات ينصب على معرفة خصائص الأنواع المختلفة منها إذا اختلفت التضاريس أو الأحوال الجوية ، ومقدار احتمالها ظروف تغيير مواطنها الأصلية . ولعل أول ما يَعِنّ للفلكى هو استخدام ما لديه من الأجهزة وتطبيق الوسائل التى حذِقها وصار خبيراً بأسرارها . فبدأت دراسة النباتات من الناحية الطيفية ، ويقوم (الكلوروفيل) فى هذه الحالة مقام غاز من الغازات ، إذا سقط عليه ضوء الشمس امتص منه بعض الأطوال الموجية ، فلو أننا قمنا بتحليل الضوء المنعكس بعد ذلك من النبات لوجدنا جميع الخطوط الطيفية الخاصة بالغازات الموجودة فى الشمس ، بالإضافة إلى الخطوط الأرضية التى أشرنا إليها ، وأخيراً نجد خطوطا جديدة نتيجة لوجود (الكلوروفيل) فى طريق ذلك الضوء . وقد أمكن فعلا رؤية ثلاثة خطوط (فى الحقيقة ثلاث حُزم) امتصاصية ، ولكن أوضحها هو الواقع فى المنطقة

الحمراء من الطيف ويطلق عليه اسم « الحزمة الامتصاصية الرئيسية للكلوروفيل » . وما على المرء حينئذ إلا أن يوجه المطياف نحو الكوكب ليرى هل تظهر تلك الحزم مشيرة إلى وجود نباتات ، أم يصعب العثور عليها لسبب من الأسباب ؟ وبالطبع لن نسبق الترتيب الذى وضعناه ونسرد نتائج تلك الأبحاث هنا ، بل سنرجئها إلى حينها .

وثمة بديل لتحليل الطيف ، يعتبره البعض أيسر استعمالا ، ذلك هو التصوير الفوتوغرافى . فلنفرض أننا أخذنا صورتين لجسم يشع ضوءا أحمر ، سجلنا إحداهما على لوح فوتوغرافى حسّاس للضوء الأزرق والأخرى على لوح حساس للضوء الأحمر ، فلا مراء فى أن تأثر اللوح الأحمر يفوق زميله ، وأن الصورة المنطبعة عليه تكون أكثر (بريقا) . ونقدم للقارئ فيما يلى صورتين لنبات واحد ، أخذت إحداهما فى الضوء الأزرق (شكل ٢) ، والأخرى فى الأشعة دون الحمراء (شكل ٣) . فبالمقارنة بينهما نستنتج أن النباتات الخضراء ذات قوة كبيرة على تشتيت الأشعة دون الحمراء أو على عكسها كما تفعل المرآة . فكأنما النبات عبارة عن جسم تخرج منه الإشعاعات دون الحمراء لتستقبلها آلة التصوير فيكون تأثيرها أشد على اللوح الأحمر .



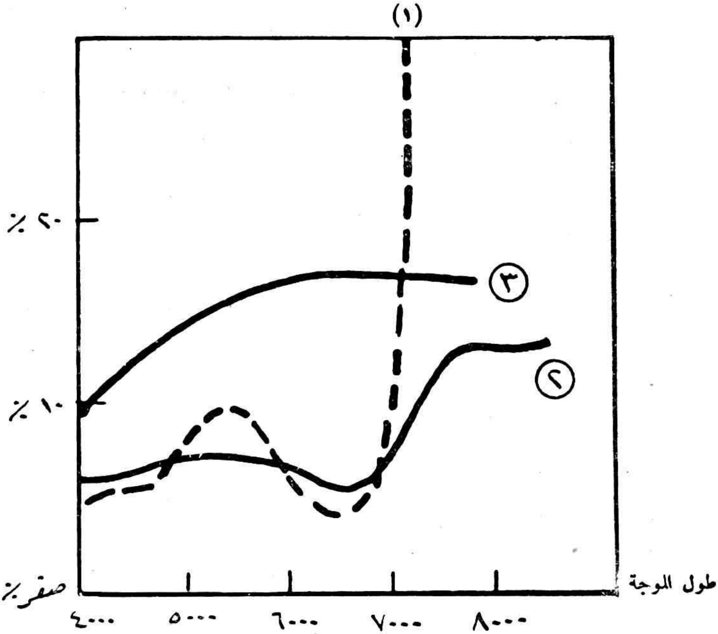
(شكل ٣)



(شكل ٢)

وعند بحث هذه النتائج ودراستها تردد فى الأذهان سؤال هام ، إذا فرضنا أن إحدى تلك النباتات التى تعكس الإشاعات دون الحمراء ، وجدت نفسها فى منطقة شديدة البرودة ، أفلا يدعوها ذلك إلى أن تغير من عاداتها فتمتص تلك الإشعاعات بدلا من أن تعكسها ، وذلك حتى تجلب لنفسها الدفء والراحة ؟ وكان ذلك السؤال وجيها ، لأن الإشعاعات دون الحمراء هى إشعاعات حرارية ، ولعل القارئ يذكر أفران شىّ الدجاج التى تعمل بتلك الإشعاعات . (هذه فكرة لم يعلم بها الفلكيون من قبل ، وإلا لأجروا تجاربهم على الدجاج بدلا من النباتات)

وقد حاول العالم السوفيتى (تيخوف) الإجابة على ذلك السؤال ، وكان أول من اشتق عبارة « علم الفلنبات » لدراسة أطياف وإشعاعات النباتات على الأرض والكواكب .و قد شملت دراساته نواحى عديدة تتناول ما يمكن أن يخطر على بال عالم الفلك ، ومن بينها دراسة الإشعاعات دون الحمراء لنباتات المناطق المعتدلة والمناطق القاسية البرودة ، فوجد أن الأولى تعكس كثيراً من تلك الإشاعات لعدم حاجتها إليها بينما تمتص نباتات المناطق الباردة حوالى ٩٠ ٪ منها لأنها فى حاجة شديدة إلى الدفء (انظر شكل ٤) . ومن ناحية أخرى قارن بين مقدار



(شكل ٤) نسبة الإشعاعات المنعكسة

(١) نباتات المناطق المعتدلة (٢) نباتات المناطق الباردة (٣) بحار المريخ

ما يمتصه النبات فى فصلى الشتاء والصيف ، فجاءت النتيجة تأكيداً للآراء السابقة إذ أن الامتصاص فى الشتاء قد يبلغ ضعف امتصاص الصيف .

واختار العالم السوفيتى بعد ذلك منطقة تصل فيها درجة الحرارة فى الشتاء إلى ٦٠ درجة تحت الصفر المئوى ، وهى درجة

من البرودة يحتمل أن تؤدى إلى القضاء على أى نوع من أنواع النباتات ، ومع ذلك وجد هناك ما يربو على مائتى نوع من النبات تقاوم قسوة الظروف المحيطة بها حتى إذا جاء الربيع أخضرت وأينعت . بل إنه وُجِد على شواطئ المحيط المتجمد الشمالى نوع من النبات يسمى (حشيشة الملاعق) تستطيع أن تقاوم برودة الشتاء حتى ولو لم تغطها طبقة من الثلج لتحميها الانخفاض الكبير فى درجة حرارة الجو .

وثمة منطقة أخرى ، وجد أن درجة الحرارة فيها تتغير خلال اليوم الواحد حوالى ٦٠ درجة مئوية ، وعلى الرغم من ذلك تحتوى على مجموعة مختلفة من النباتات قد تأقلمت واكتسبت مناعة ضد تقلبات الجو. ومن ناحية أخرى عثر فى إحدى المناطق المعتدلة بالاتحاد السوفيتى على إحدى الأشجار الصنوبرية الكندية وهى من النوع الذى يفضل المناطق الباردة ، فلما قام بتحليل طيفها لم يجد الحُزم الامتصاصية للكلوروفيل ، فى حين أن أشجار الصنوبر العادية بالقرب منها أظهرت تلك الحزم وذلك يبين للقارئ أن الشجرة الكندية احتفظت بخواصها الأصلية كما لو كانت فى موطنها الأصلى ولم تساير التغير الذى صادفها فى حياتها ، وذلك بعكس الأشجار المحلية القريبة منها والتى ظهرت

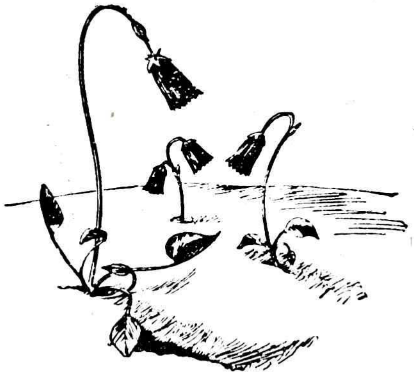
حزم الكلوروفيل فيها فى ذلك الوقت، فلما انخفضت الحرارة اختفت تلك الحزم منها، أى أنها تكيف نفسها سريعاً مع أى تغيير.

ولقد أشرنا فيما سبق إلى تصوير النباتات فى الأشعة دون الحمراء، ورأينا كيف تعكس النباتات الأشعة دون الحمراء مما يجعلها تبدو ناصعة البياض (انظر شكل ٣). فلما اتسعت هذه الأبحاث وشملت عددا كبيرا من مختلف أنواع النباتات، اتضحت للعلماء ظاهرة غريبة، وهى أن صور بعض الأنواع تبدو أكثر (بياضا) مما يجب، ولم يكن أمامهم من سبيل سوى افتراض أن هذه الأنواع تنبعث من داخلها تلك الزيادة لسبب من الأسباب وازدادوا يقينا من ذلك حين تمكنوا من تصوير هذه النباتات فى الأشعة دون الحمراء حينما تركوا ضوء الشمس يسقط عليها بعد أن استبعدوا منه بطريقة ما تلك الأشعة. ومعنى ذلك أن الإشعاعات دون الحمراء التى تدخل آلة التصوير ليس مصدرها ضوء الشمس، بل النبات نفسه.

وقد استنتج العلماء من ذلك أن بعض النباتات تعكس الإشعاعات دون الحمراء الآتية من الشمس فى الفصول المعتدلة حين لا تكون فى حاجة إلى معظمها؛ وفى الوقت نفسه إذا

ما انخفضت الحرارة إلى درجة غير معقولة وأصبح الهواء المحيط بها شديد البرودة ، انبعثت منها الإشعاعات المُختَزنة أو بعضها لتدفئة الهواء الملاصق لها . ولم يكتف العلماء بتلك الأدلة ، بل أخذوا ينقبون ويبحثون تحت الثلوج حتى عثروا على بعض هذه الأنواع تعيش في شبه أقبية دافئة ، وكان من الواضح أن النبات حينما وجد أن الثلوج تكاد تسحقه بثقلها وتقتله ببرودتها ، أطلق الإشعاعات دون الحمراء من عقالها فأذابت من الطبقات السفلى من الثلوج فجوات تسمح له بأن يسترد أنفاسه ويحيطه بالدفء الذى يبغيه . ونضيف إلى ذلك دليلا آخر ، هو قدرة بعض النباتات على أن تنمو مخترقة طبقة الثلوج حتى تظهر فوق سطحها بعد أن تشق طريقها خلال تلك الطبقة مستعينة بإشعاعاتها الحرارية (شكل ٥) .

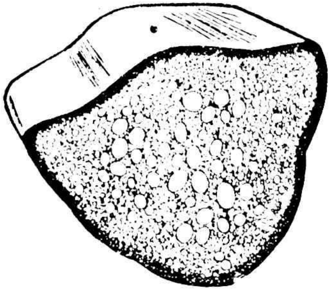
ولم يترك علماء (الفلنبات) بعض المشكلات الأخرى التى تجابه النباتات فى الكواكب دون بحث . ومن بين هذه العقبات نقص المياه أو الأكسجين بالإضافة إلى وجود أنواع أخرى من (الكلوروفيل) ليست خضراء اللون . فقد تبين أن نقص المياه لا يعوق نمو بعض الأنواع فى الصحراء المجدبة أو على سفوح بعض الجبال حيث تنخفض درجة الرطوبة انخفاضا كبيرا حتى فى



(شكل ٥)

أشد أيام الصيف حرارة . أما ندرة غاز الأكسجين فقد تغلبت عليه نباتات المستنقعات وتلك التي تنمو تحت الماء فى البحار وغيرها ، وثبت أن بعضها يختزن فقاعات من الهواء داخل أجزائه المختلفة (شكل ٦) .

وبغض النظر عن الثمار والأزهار ذات الألوان المختلفة عن خضرة النباتات ، أمكن العثور فى جبال الهملايا على بعض أشجار الصنوبر تميل أوراقها إلى الزُّرقة . وفى بعض الوديان فى الروسيا التى تجتاحها السيول تنبت مروج لونها خليط بين البنى والأرجوانى أو بين الأزرق والأرجوانى . فما نود أن نشير إليه هنا ، هو احتمال وجود (الكلوروفيل) فى بعض



(شكل ٦)

النباتات ولكن تطغى بعض الألوان الأخرى على لونه الأخضر، أو احتمال أن يكون (الكلوروفيل) نفسه ذا لون مختلف، وأن هذه الاحتمالات قد تجابهنا فى الكواكب الأخرى كما سيتضح فيما بعد .

* * *

يتبين مما سبق أن النباتات يمكن أن تعيش فى ظروف جد مختلفة، وأن فى استطاعة بعضها أن يتأقلم طبقا للظروف المحيطة بها . ومن بين الأنواع المختلفة للكائنات الحية ، يمكن القول بأن الكائنات الدقيقة والأنواع الدنيا ، أسرع تكيفا بالبيئة وأكثر احتمالا للظروف القاسية . ومع ذلك يوجد فراغ كبير فى تلك الأبحاث يود أن يملأه علماء الفلك قبل أن يأتونا بالنبأ اليقين عن الحياة السائدة فى الكواكب حيث يصادف المرء ظروف لا تخطر له على البال بالإضافة إلى الأحوال الطبيعية التى لا وجود

لها على سطح الأرض ، كارتفاع الحرارة فى عطارد إلى حوالى ٤٠٠ درجة مئوية وانخفاضها فى مناطق القمر وبعض الكواكب التى لا تستقبل ضوء الشمس إلى ١٥٠ درجة تحت الصفر المئوى. كما قد نصادف فى بعض الأحيان ضغطا جويا لا يُعتدّ به ، فهو والفراغ سيان كما هو الحال على سطح القمر ، أو قد نجابه ضغطا يعادل الضغط الجوى على سطح الأرض مليون مرة وذلك حادث فعلا على سطح المشترى وزحل . أضف إلى ذلك ، الاختلاف الكبير فى أنواع الغازات المحيطة بالكواكب وكمياتها .

ويجدر بنا فى هذا الموقع أن نعطى القارئ فكرة عامة عن أهم الغازات وكمياتها فى الكواكب المختلفة . فأهم ما فى الأرض غازات النتروجين ثم الأكسجين ثم ثانى أكسيد الكربون ثم غاز الميثان (غاز المستنقعات) ويليه أكسيد النيتروز وأخيراً غاز الأوزون . وهذه الغازات موجودة فى جو الأرض بالنسب التالية على الترتيب :

٢ مليون : ½ مليون : ٧٠٠ : ٦ : ٣ : ١ .

وللمقارنة ، جمعنا الغازات الموجودة فى الكواكب فى الجدول التالى ونسبنا كمية كل غاز إلى المقدار المناظر الموجود فى جو الأرض ، أو فى الكواكب الأخرى إذا كانت الكمية الأرضية ضئيلة جدا أو منعدمة .

الكوكب	الغاز	المقدار	الكوكب	الغاز	المقدار
يورانوس	الميثان	مائة ألف مرة ما فى الأرض	نبتون	الميثان	١٥٠ ألف مرة مافى الأرض
	الأوزون ثانى أكسيد الكبريت	$\frac{١}{٣}$ مافى الأرض المرتبة الأولى	الأقمار الأربعة الأولى للمشترى	الميثان النوشادر	مائة مرة مافى الأرض المرتبة الثالثة
القمر	الأوزون ثانى أكسيد الكبريت	$\frac{١}{٦}$ مما فى الأرض المرتبة الثالثة	تيتان (أحد أقمار زحل)	الميثان النوشادر	عشرة آلاف مرة مافى الأرض المرتبة الثانية

الكوكب	الغاز	المقدار
الزهرة	ثانى أكسيد الكربون	٥٠٠ مرة مافى الأرض
	أول أكسيد الكربون وهو الغاز السام الناتج من احتراق الفحم	أكبر كمية بين الكواكب
	أكسيد النتروز	١٢٠ مرة مافى الأرض
	غاز الميثان وهو غاز المستنقعات	٦٠ مرة مافى الأرض
	الاثيلين الايثان	يتساوى مع المريخ
	غاز النوشادر	أقل كمية بين الكواكب
المشترى	الميثان	عشرة آلاف مرة مافى الأرض
	النوشادر	أكبر كمية بين الكواكب
المريخ	ثانى أكسيد الكربون	مرتان قدر مافى الأرض
	ثانى أكسيد الكبريت	المرتبة الثانية بين الكواكب
	الأوزون	١/٦ مافى الأرض
	أكسيد النتروز	٢٥٠ مرة مافى الأرض
	الميثان	٦ مرات قدر مافى الأرض
	الإيثلين الأيثان	يتساوى مع الزهرة
	النوشادر	أقل كمية بين الكواكب
زحل	الميثان	عشرون ألف مرة مافى الأرض
	النوشادر	المرتبة الثانية بين الكواكب
	الأوزون	١/٣ مافى الأرض
	ثانى أكسيد الكبريت	المرتبة الأولى مع يورانوس

هذه الاختلافات فى الأحوال الطبيعية حفزت العلماء إلى إجراء التجارب قدر ما تسمح به طاقتهم ووقتهم ، كى يجمعوا أكبر قدر ممكن من المعلومات عن الكائنات الحية . ومن بين هذه التجارب ماقام به أحد العلماء الفرنسيين (پول بيكَريل) عندما وضع بعض الطحالب وحشيشة البحر فى هواء سائل تبلغ درجة حرارته ١٩٠ درجة تحت الصفر المئوى لبضعة أسابيع ، وفى نهاية تلك الفترة غسلها بالماء الساخن فوجد أن الحياة قد عادت إليها . بل إنه قام بتجفيف حشيشة البحر وحفظها فى الهواء السائل لمدة ست سنوات فلم يقضْ ذلك على الحياة فيها . ولعل أهم تجاربه ، تجفيف خلايا البكتريا والطحالب و نبات السَّرَخس وغيرها ثم وضعها فى وعاء مفرغ من الهواء به عنصر الهليوم السائل (حرارته ٢٧١ درجة تحت الصفر المئوى) ، ولما أعاد تلك الخلايا إلى الظروف الطبيعية أنتجت سلالة عادية .

وليست الحرارة المرتفعة بعائق للحياة ، فقد أمكن العثور على الكائنات حية فى الينابيع الساخنة التى تصل حرارتها إلى تسعين درجة ، كما أن خلايا بعض الفطريات أو البكتريا تتحمل جوا ساخنا درجة حرارته ١٤٠ (الماء يغلى عند درجة مائة) . فليست الحرارة أو البرودة إذن مما يقضى على الحياة قضاء تاما وخاصة

فى الكائنات بسيطة التركيب ، وذلك بعكس الإنسان مثلا وهو ذو خلايا معقدة التركيب فإن ارتفاع الحرارة يقضى عليه بسهولة تامة .

ووجود غاز الأكسچين غير ضرورى فى بعض الأحوال ، فقد وضعت طحالب فى أنابيب محكمة ومملوءة بغازات المحاليل المعدنية المعقمة التى لا يدخلها غاز الأكسچين . ففى بادئ الأمر عاشت تلك الطحالب دون هواء ولكنها أنتجت ثانى أكسيد الكربون ، وبعد ذلك عادت إليها عملية التمثيل الضوئى فأحاطت نفسها بغاز الاكسچين وبدأت تنمو وتتكاثر . وهكذا تمكنت من الحياة لمدة ثمانى سنوات حتى استهلكت وسائل الغذاء .

واتجه العلماء بعد ذلك إلى مشكلة النقص فى المياه ، فأخذوا ينقبون فى الصحراء الكبرى حيث الأيام المطيرة فى العام الكامل لا تتجاوز خمسة أيام ، وعلاوة على ذلك فإن الأجهزة الخاصة الدقيقة فشلت فى الكشف عن أية آثار للمياه فى الأرض . وكانت نتيجة البحث هى العثور على مائة ألف ميكروب فى ملء ملعقة صغيرة من الرمال ، وقد ثبت لهم تمتعها بالحياة عندما سجلوا نوعا من التنفس فى التربة كما أن ألواح الزجاج التى طُمرت فى الأرض أسبوعين تكونت عليها طبقة من التعفن بالفطريات

والجراثيم . وبالفحص الدقيق للكائنات الحية في الرمال تبين أن الله قد وهبها وسيلة دفاعية ضد نقص المياه ، فزودها بمنافذ مائية تتفوق على زميلاتها في جميع المناطق الأخرى .

* * *

ننتقل بعد ذلك إلى تأثير الضغط على وجود الحياة ، فنجد أن التجارب أثبتت قوة احتمال بعض الفطريات والبكتريا لضغط يعادل ثلاثة آلاف ضغط جوى دون أن تفقد شيئا من خصائصها المعروفة ، بل إن البكتريا الموجودة في الخمائر تحملت ثمانية آلاف ضغط جوى .

ويجدر بنا في هذا المجال أن نلفت نظر القارئ إلى أعماق المحيطات حيث يزداد الضغط على الأجسام بمعدل ضغط جوى واحد لكل عشرة أمتار تحت سطح الماء ، فقد تمكنت إحدى البعثات من استخراج عينات من أحياء القاع تعيش على عمق ١٠٥٤٠ متراً أى تحت ضغط يعادل ١٠٥٠ ضغطاً جويا وحيث تقترب درجة الحرارة من الصفر المئوى ، ولكنها عندما أخرجت إلى السطح ماتت كلها لاختلاف الضغط والحرارة بين القاع والسطح . كما أمكن العثور على بعض أنواع البكتريا

التى تتنفس تنفساً لا هوائياً وهى بذلك لا تحتاج إلى كمية كبيرة من الأكسچين[1] .

وما يقال عن تلك الضغوط المائلة ، يمكن أن يقال أيضا عن الضغوط الصغيرة التى تقترب من (الفراغ) . فقد تمكنت بعض الخلايا والحبوب من الاحتفاظ بالحياة داخل أوعية مفرّغة من الهواء ، كما أن أحد البالونات تمكن من العثور على خلايا بكتيرية وفطريات عند ارتفاع قدره ٣٣٠٠٠ متر فوق سطح الأرض ، وكذلك اكتُشفت حشرة (منّ القطن) على ارتفاع ٨٢٠٠ متر ؛ ولن ننسى طبعاً بعض الزهور التى تنمو فى الجبال عند ارتفاع قد يزيد على ٦٠٠٠ متر . وقد أمكن عمليا إثبات توالد الذباب عند ضغط منخفض جداً ، وتدل المشاهدات على أن الطيور تتحمل تلك الضغوط المنخفضة أكثر من الإنسان الذى يفقد وعيه إذا انتقل إلى سبعة آلاف متر فوق سطح الأرض بينما تحلق بعض الطيور مثل الكُندور[2] عند تسعة آلاف متر أو تزيد .

يبقى بعد ذلك تأثير الغازات والكيميائيات المختلفة على

(١) انظر كتاب « أضواء على قاع البحر » للدكتور أنور عبد العليم
(٢) طائر من فصيلة العقاب .

الحيــاة . وهنا نجد أيضا مجالا واسعاً توجد فيه الحياة . فبعض أنواع البـكتريا الموجودة فى الينابيع الساخنة تستطيع بسهولة أن ترتع فى محلول حامض الـكبريتيك تركيزه ١٠ ٪ كما أن بعض الفطريات لا تعبأ بالمحاليل المركزة من الأملاح التى تقضى على الـكائنات الأخرى ، ولـكن ما يثير الانتباه حقاً هو أن ديدان بعض أنواع الذباب يمـكنها أن تعيش فى سـائل تركيزه ١٠ ٪ من سائل الفورمالين المطهّـر .

جحيم عطارد

إذا أخذنا الكواكب بترتيب بعدها عن الشمس، وجدنا عطارد أقربها إليها فالمسافة بينهما هى ٣٦ مليوناً من الأميال فى المتوسط ، وهو فى حجمه وكتلته لا يزيد كثيراً على $\frac{١}{٢٠}$ من الكرة الأرضية . وإذا حسبنا سرعة الإفلات من جاذبيته لوجدناها ٣,٨ من الكيلومترات فى الثانية وهى ثانى سرعة إفلات فى الصغر بعد القمر ، وهذه القيمة الصغيرة تعطى كثيراً من الغازات فرصة الهروب إلى الفضاء . فإذا أضفنا إلى ذلك ما يترتب على قرب الكوكب من الشمس من ارتفاع درجة حرارته حتى إن متوسطها فى النصف المضىء يزيد على ٣٥٠ درجة مئوية ، لوجدنا ظروفا تعجل بإفلات كل الغازات التى هى أخفّ من ثانى أكسيد الكربون .

فإذا وضعنا نصب أعيننا أن درجة الحرارة التى ذكرناها هى المتوسط ، وأن الحرارة العظمى فى النصف المواجه للشمس تزيد كثيراً عن ذلك المتوسط ، وأننا — فضلا عن ذلك — يجب أن نأخذ فى الاعتبار ما كانت عليه درجة الحرارة عند نشأة

الكوكب وبدء تكوينه ، لوجدنا الأمل ضعيفا فى وجود غلاف جوى يحيط بالكوكب ما لم تكن قد انطلقت من باطن الكوكب أثناء تحوله إلى الحالة الصلبة طبقة رقيقة من غاز ثانى أكسيد الكربون .

وعندما حاول العلماء تطبيق الدراسات المعتادة على هذا الكوكب ، وجدوه ملازماً للشمس وضوئها الشديد لا يبتعد عنها إلا لماما ، وحتى فى أنسب الظروف وفى أقصى أبعاده عنها لا يطول بقاؤه فى السماء كثيراً بعد غروب الشمس ثم يلحق بها أو قبيل شروقها ثم تغمره بضوئها ، فلا يتيح لهم الوقت الكافى للدراسة والحصول على المعلومات الوافية عنه — وعلى الرغم من ذلك فقد أصر بعض الفلكيين على القيام بتلك الأرصاد الشاقة وأجمع رأيهم على وجود علامات قريبة الشبه من الموجودة على سطح القمر وإن اختلفوا فى ذكر تفاصيلها وتحديد معالمها .

وتدلنا دراساتهم هذه ، ومراقبتهم لتلك العلامات التى شاهدوها أن كوكب عطارد يتجه بأحد نصفيه إلى الشمس بصفة دائمة ، أى أنه يدور حول محوره دورة كاملة فى نفس الفترة التى يكمل فيها مسيره حول الشمس أى فى ٨٨ يوما

وقد أُجريت عدة اختبارات عملية للتأكد من النتائج النظرية التى أشرنا إليها عن عدم وجود غلاف جوى حول الكوكب. ومن بين تلك الاختبارات دراسة تغير شدة استضاءة الكوكب فى مواضعه المختلفة بالنسبة للأرض والشمس، وهذه دلت على أن أشعة الشمس التى يعكسها سطحه أشبه بما يحدث فى حالة القمر أى أن ما يعكس ذلك الضوء هو سطح وعر لا يحيط به غلاف جوى .... والاختبار الثانى للبحث عن وجود الغازات هناك يعتمد على الانتظار حتى تحين فرصة لوقوع عطارد بيننا وبين الشمس، وبعبارة أدق ننتظر اللحظة التى يبدأ فيها أو ينتهى قرص الكوكب من المرور أمام قرص الشمس، ثم ندرس بإمعان ذلك الجزء من قرص عطارد الذى لم يدخل بعد أمام قرص الشمس عند البداية أو ذلك الذى غادره عند نهاية العبور. فلو كان هنالك غلاف جوى لانعكست أشعة الشمس فى ذلك الجزء وظهر لنا كقوس أو كحلقة مضيئة.

وأخيراً طرق الفلكيون باب التحليل الطيفى، فقاموا بتسجيل طيف الكوكب فى عدة مناسبات، ولكنهم لم يلاحظوا أى فرق بينه وبين طيف الشمس، وذلك يؤيد عدم وجود غازات حول الكوكب اللهم إلا إذا كانت كميات ضئيلة لا تترك بصمات واضحة بين خطوط طيف الشمس ... فالدراسات

المتنوعة السابقة تنفى وجود غازات على سطح الكوكب وهو ما توقعناه نظريا بسبب صغر حجم الكوكب وارتفاع درجة حرارته .

وهذه الحقيقة المؤكدة لا تنفى وجود كميات صغيرة من الغازات ، خاصة وأن بعض من قاموا برصد تضاريس السطح ومراقبة العلامات أكدوا اختفاءها من وقت لآخر .. ويمكن تفسير ذلك بوجود بعض البراكين التى تقذف سحبا من الغُبار والدخان إلى ارتفاعات شاهقة ثم تبقى معلقة فى الجو فترة من الوقت تحجب فيها تضاريس السطح ، ولو لم يكن هنالك بعض الغازات لهبط الغبار سريعاً إلى سطح الكوكب ولما لاحظ الراصدون اختفاء تلك العلامات .

فإذا جمعنا بين هذه النتائج وبين الدراسات التى أجريت على الكائنات الحية ، استطعنا أن نؤكد عدم ملاءمة الظروف للحياة على سطح ذلك الكوكب وخاصة فى النصف الساخن الملتهب ، فارتفاع درجة الحرارة فى ذلك النصف المواجه للشمس إلى حد أن ينْصَهر الرصاص والصفيح والزنك ويغلى الزئبق والفوسفور والكبريت ، يمنع وجود أى كائنات حية عليه . بل إن مجرد فكرة زيارة عابرة يقوم بها إنسان الأرض تبدو شبه مستحيلة .

أما النصف البارد المظلم البعيد عن الشمس فقد يكون آهلا بالكائنات الصغيرة التى تحتمل قسوة البرودة ، ولا يضيرها عدم وجود الماء والأكسجين وندرة الغازات الأخرى . ولو أردنا السفر إلى هذه المنطقة لا ضطررنا إلى اتخاذ احتياطات شديدة قريبة الشبه من احتياطات السفر إلى القمر والتى سيأتى ذكرها فى تلك المناسبة ، ولكن قرب عطارد من الشمس واحتمال انصهار سفينة الفضاء خلال رحلتها يحتم علينا إما أن نختار لصنعها مادة قوية عازلة للحرارة ، وإما أن نتحاشى أشعة الشمس المحرقة فى طريق رحلتنا وذلك بأن نَتَسَتَّر وراء الكواكب فى مناطق الظل وشبه الظل إلى أن نصل إلى غايتنا .

وزائر عطارد يستمتع بمزايا صغر قوة الجاذبية مثل زميله زائر القمر ، والفارق بينهما فى قيمة هذه الجاذبية فهى على سطح الكوكب $\frac{1}{3}$ الجاذبية الأرضية بينما على سطح القمر لا تتعدى الثمن فقط . وما دام فى مقدوره أن يتمتع بنفس مزايا القمر ، فعليه أيضاً أن يتحمل المتاعب التى سنشير إليها عند الحديث عنه .

ولو أتيح لذلك الزائر ، كافة الضمانات التى تكفل له سلامة الانتقال إلى النصف الساخن من عطارد دون أن يتفحم جسده

نتيجة للحرارة المرتفعة ، ولو اتخذ الاحتياطات التى تمكنه حينئذ من النظر إلى قرص الشمس دون أن يفقد بصره لساعته ، لها لَهُ عِظم جرمه واتِّساع مساحته إذ تبلغ خمسا وعشرين مرة قدر مساحة قرص الشمس الذى اعتاد رؤيته من سطح الأرض ، والذى كان يؤذى بصره إذا ما حاول التطلع إليه ... فما بالك وقد اقترب منه إلى أقل من نصف المسافة فازدادت تبعا لذلك شدة استضاءته لتصبح خطرا حقيقيا على البصر حتى ولو لم تنظر إلى قرص الشمس مباشرة .

وعلى القارىء أن يتخيل نفسه سائراً على صخور ملتهبة كأنما خرجت لتوها من أتون ملتهب ، وبين حين وحين تزل قدمه ليسقط فى بركة من الرصاص المنصهر . فإذا ما تطلع إلى السماء وجدها شبه مظلمة ، تبدو النجوم فيها أشد لمعانا مما كانت على الأرض ، وتقف بينها الشمس ساكنة لا تريم حراكا تبدو كقطعة من جهنم هائلة الحجم شديدة اللهب — وبين فترة وأخرى تنطلق من سطح الكوكب زوابع من الغبار يظل معلقا فى الجو بعض الوقت ليشترك مع العوامل الأخرى فى إقلاق راحة الزائر . . .

فمن يبغى الذهاب إلى هنالك ؟ ؟

الزهرة
شقيقــة الأرض

إذا بحثنا بين أفراد المجموعة الشمسية عن أقرب الكواكب شبها إلى الأرض ، لوجدنا الزهرة تقاربها فى كثير من الوجوه . فكتلتها أربعة أخماس كتلة الأرض ، وحجمها تسعة أعشارها ، وكثافتها قريبة من كثافة الأرض ، أما الجاذبية على سطحها فتقل قليلا عن قوة الجاذبية الأرضية . ونتيجة لذلك التشابه ، يتوقع علماء الفلك أن يحيط بكوكب الزهرة غلاف جوى يماثل الغلاف الأرضى فى امتداده ، وإن اختلف عنه فى تركيب غازاته نظرا لاختلاف الظروف الأخرى كدرجة الحرارة والتفاعلات الكيميائية التى قد تسبب اختفاء غاز معين أو انطلاقه بكثرة ملحوظة تؤثر على نسبة وجوده فى الغلاف الجوى .

وقد ثبت بالطرق العملية صحة هذه الاستنتاجات ، فوجود غلاف جوى دلت عليه الملاحظات التالية :

١ — عندما يقع الكوكب بيننا وبين الشمس ، يبدو كهلال

اقترب طرفاه من بعضهما أكثر مما ينبغى ، لأن الهلال يمتد حينئذ حول حافة القرص إلى مسافة تزيد على نصف دائرة ، ففى حالة عدم وجود غلاف جوى ، يحيط الهلال بنصف القرص فقط ، وهذه الزيادة تشير إلى وجود غازات حول الكوكب .
والسبب فى حدوث هذه الظاهرة يرجع إلى أن الشمس تضىء نصف سطح الكوكب فقط ، ولكن الغازات تشتت ضوء الشمس فينير ما وراء حدود نصف القرص وذلك أشبه بوجود الشفق الذى يضىء السماء فى البلاد التى غربت عنها الشمس فعلا أو التى لم تشرق فيها بعد .

٢ — عند عبور الزهرة لقرص الشمس(١) تبدو كبقعة سوداء على سطح الشمس ، ولكنها عند بداية ذلك العبور أو قرب نهايته يكون الجزء الخارج عن قرص الشمس محاطا بشبه حلقة مضيئة ، وذلك يرجع — كما ذكرنا فى الفقرة السابقة — إلى تشتت ضوء الشمس فى غلافها الجوى . وتلك

---

(١) إذا وقع مسار كوكب بيننا وبين الشمس ، فإنه عندما يصبح على خط مستقيم مع الشمس ، يبدو كنقطة سوداء تعبر سطحها من إحدى الحافتين إلى الأخرى . وهذه الحالة تنطبق على كوكبين فقط هما : عطارد والزهرة .

ظاهرة لا تحدث عند مرور الكوكب عطارد مثلا أو أى جرم سماوى لا يحتوى على غلاف غازى .

ومع أن هذا الكوكب فى مساره حول الشمس يقترب أحيانا من الأرض إلى مسافة لا يصل إليها كوكب آخر ، فإن دراسته من الأمور الشاقة على علماء الفلك ، لأنه — كزميله عطارد — لا يبتعد كثيرا عن الشمس (١) ولذلك يقوم ضوؤها بعرقلة الأرصاد ، لأن الزهرة فى المساء لا تبقى فوق الأفق بعد غروب الشمس سوى فترة قصيرة ثم تغرب مقتفية أثر الشمس ، أما إذا أشرقت فى الصباح قبل الشمس ، فإن هذه تدركها بعد قليل فينتشر ضوؤها فى السماء ويحجب النجوم والكواكب .

وفى تلك الفترات القصيرة التى تسمح بمراقبة الكوكب ، لم يشاهد الراصدون سوى بضع بقع دخانية المظهر ، غير دائمة

---

(١) ملازمة الكوكب للمنطقة المحيطة بالشمس فى السماء ، ترجع إلى أن مسار الكوكب يقع بيننا وبين الشمس . وذلك أشبه بطفل صغير يسير فى دائرة حول شجرة ، فإننا إذا راقبناه من خارج تلك الدائرة لشاهدنا الطفل والشجرة بصفة مستمرة ، أما إذا كنا داخل الدائرة فسيأتى وقت نرى فيه الطفل بينما تكون الشجرة وراء ظهرنا .

الوجود مما يقطع صلتها بسطح الكوكب نفسه ، فهى ليست من التضاريس فى شىء ولكنها تنشأ فى الغلاف الغازى المحيط بالزهرة .

ووجود هذه البقع الوقتية ، بالإضافة إلى اختفاء سطح الكوكب وعدم ظهور تفاصيله تشير إلى أن الكوكب محاط بطبقة دائمة الوجود من السحب أو الضباب ، وقد تأيد هذا الرأى بعد دراسة أشعة الشمس المنعكسة من الكوكب ومقارنتها بما يعكسه سطح القمر الذى لا يحجبه شىء . فقد تبين أن الزهرة تعكس كمية أكبر ، مما يدل على وجود طبقة عاكسة كالسحب مثلا .

أما التحاليل الطيفية فقد بدأت منذ وقت طويل ، ولم يجد العلماء فيها ما يشير إلى وجود غازى الأكسجين وبخار الماء . ولكن ذلك لا ينفى وجودها بتاتا وفى هذه الحالة لا تزيد الكمية الموجودة عن خمسة فى المائة مما هو موجود فى غلاف الأرض. وفى ربيع عام ١٩٣٢ كانت الظروف مواتية لرصد الكوكب بعيداً عن الشمس وكان العلماء قد توصلوا إلى استعمال ألواح تصوير ذات حساسية كبيرة مكنتهم من الحصول على طيف مناسب قبل أن يختفى الكوكب ، وعلى الرغم من ذلك لم يعثروا على

هذين الغازين ، ولكنهم — من ناحية اخرى — وجدوا كميات كبيرة من غاز ثانى أكسيد الكربون . ولإيضاح ضخامة هذه الكمية نذكر أن الموجود من ذلك الغاز فى غلاف الأرض طبقة سمكها ثلاثون قدما ، بينما الموجود فى الزهرة — إذا وضع تحت ضغط جوى عادى — فإن سمكه قد يزيد على ميلَين . فإذا ما أضفنا إلى ذلك أن هذه الكمية (المرئيَّة) هى الموجودة فوق السحب فقط ، لعلمنا أن ثانى أكسيد الكربون هو العنصر السائد فى جو الزهرة .

وقد اختلف العلماء فى تحديد نوع تلك السحب ، وإن اتفقوا فى أنها لا تحتوى على بخار الماء كما هو الحال فى الأرض. فالبعض يذكر أنها سحب من غاز ثانى أكسيد الكربون ، معتمداً فى هذا الاستنتاج إلى التحاليل الطيفية المذكورة سابقاً ، بينما يرتكز تفكير الآخرين على قرب الكوكب من الشمس مما يجعل الإشعاع الشمسى هناك ضعف ما يصل إلى الأرض . وذلك يؤدى إلى وجود تيارات قوية بين المناطق الساخنة والباردة وهم يقدمون دليلا على ذلك دراسات درجات الحرارة التى تشير إلى وجود فرق صغير بين المناطق المضيئة والمظلمة ولولا وجود هذه التيارات لكان الاختلاف كبيرا فى درجات

الحرارة — واستنتج العلماء من ذلك أن جو الزهرة عاصف ممتلىء بالغبار الذى يبدو فاتح اللون بسبب عدم وجود غاز الأكسچين .

فما هو السبب فى وجود هذه الكمية الكبيرة من غاز ثانى أكسيد الكربون فى غلاف الزهرة ؟ وما العوامل التى تؤدى إلى ضآلة الموجود منه فى جو الأرض؟ إن العامل الأساسى فى الحالتين هو تفاعل ذلك الغاز مع السليكات لينتج عنه الكربونات والسليكا :

غاز ثانى أكسيد الكربون + سليكات { الكالسيوم / المغنسيوم / الألومنيوم } ← يعطى كربونات

{ الكالسيوم / المغنسيوم / الألومنيوم } + السيليكا (رمل متبلور)

فإذا كان ذلك التفاعل سريعاً ، اختفى غاز ثانى أكسيد الكربون نتيجة له ، وإلا بقى جزء كبير منه فى الجو .

ومن المعروف عند علماء الكيمياء أن هذا التفاعل — فى ظروف درجات الحرارة العادية — يكون أسرع ما يمكن

فى وجود الماء السائل،وتقل تلك السرعة فى وجود الماء الغازى (بخار الماء)، وشديد البطء إذا لم يوجد هذا ولا ذاك . فكثرة المياه فى الأرض ساعدت على تفاعله وبالتالى قلة ما بقى منه فى الجو، بينما فى الزهرة نجد كميات كبيرة من ثانى أكسيد الكربون بسبب عدم وجود الماء أو بخاره .

ونتيجة لاختفاء سطح الكوكب تحت طبقة كثيفة من السحب وعدم وجود علامات ثابتة يمكن مراقبة دورانها مع الكوكب ، أصبح من الصعوبة بمكان قياس طول اليوم هناك ، وكل ما يذكر عن ذلك هو من قبيل الاستنتاج فقط . فمن قائل بأن طول اليوم فى الزهرة يساوى طول اليوم فى الأرض إلى قائل بأن الزهرة تولى وجهها دائما شطر الشمس ، ومعنى ذلك أن طول اليوم يساوى طول السنة أو مدة الدوران حول المحور تساوى الفترة التى تكمل فيها دورة كاملة فى مسارها حول الشمس وذلك يقابل ٢٢٥ يوما أرضيا .

ولو كان طول اليوم قصيرا كما يقول الأولون : أى أن الكوكب سريع فى دورانه حول محوره ، لسَجَّلت ذلك الأرصاد الطيفية عن طريق زحزحة الخطوط التى تكون حينئذ واضحة ويمكن قياسها بسهولة . ومن ناحية أخرى ، إذا أخذنا بالدراسات

النظرية لأدى بنا الأمر إلى استبعاد الرأى الثانى والاتجاه إلى اعتبار طول اليوم أقل من تلك القيمة (٢٢٥ يوما أرضيا). ولكى يؤكدوا نظريتهم هذه تقدموا بدليل مادى عن طريق الأرصاد، إذ أن هذه دلّت على أن حرارة النصف المظلم تساوى حوالى ٢٠ درجة تحت الصفر المئوى وحرارة النصف المضىء لا تزيد على خمسين درجة ولو كان نصف الكوكب محروما بصفة دائمة من أشعة الشمس لانخفضت حرارته كثيراً عن الدرجة المرصودة، وبالمثل لارتفعت حرارة النصف المضىء عن الخمسين. وعلى ذلك اعتبروا طول اليوم واقعا بين يوم أرضى وبين ٢٢٥ يوما أى حوالى بضعة أسابيع(١).

والآن يمكننا أن نعطى صورة قريبة من الحقيقة عن كوكب الزهرة. فالجو المحيط به يغلب على تكوينه غاز ثانى أكسيد الكربون، مع وجود بعض الغازات الأخرى كالنتروچين،

(١) ذكرنا أن بعض العلماء يعتبرون عدم انخفاض درجة حرارة الجزء المظلم عن ٢٠ تحت الصفر وعدم ارتفاع حرارة النصف المضىء على ٥٠ درجة مئوية، يرجع إلى وجود تيارات قوية بسبب شدة الإشعاع الشمسى فى الزهرة، وذلك يؤدى إلى تسخين المناطق الباردة وتبريد المناطق الساخنة.

ولكن لم يثبت وجود الأكسجين أو بخار الماء فيه . ويسود ذلك الجو زوابع رملية عنيفة مما يؤدى إلى صعوبة رؤية الشمس بوضوح على الرغم من قربها من الكوكب ، وتلك الرمال أو الغبار ترتفع فى طبقات الجو إلى ما فوق السحب . أما السحب نفسها — سواء أكانت مكونة من ثانى أكسيد الكربون أم من بخار الماء الذى لم نجد آثاره فى الطيف بسبب انخفاض الحرارة فى الطبقات العليا أو بسبب قلة كميته — من الصعب معرفة مدى امتدادها فوق سطح الكوكب .

* * *

من هذه الدراسات والنتائج ، استنتج بعض العلماء أن سطح الزهرة صحراء جرداء خالية من المياه وجو خال من الأكسجين، ومن ثم فالحياة فى مراتبها الراقية لا وجود لها ، وكل ما يمكن أن نتوقعه هو بعض الفطريات والميكروبات التى لا تحتاج إلى الظروف المألوفة لنا والتى فى إمكانها أن تستغنى عن وجود المياه بكميات معقولة ، وتستطيع فى الوقت نفسه أن تستمد من ثانى أكسيد الكربون ما يحفظ لها الحياة .

ولكن بعض العلماء الأمريكيين يذهبون من النقيض إلى النقيض ، فنى اعتقادهم أن سطح الكوكب ليس صحراويا ولكن تغطيه المياه تغطية كاملة . . . . يغمره محيط واحد ،

ولا وجود لليابسة على الإطلاق . وهم يذكرون أن السحب المشاهدة فى جو الزهرة تحتوى فعلا على بخار الماء ، ولكن لم يثبت وجوده فى أرصاد الطيف بسبب انخفاض درجة الحرارة فى طبقات الجو العليا وذلك لا يساعد على اكتشاف بخار الماء حتى ولو كان موجوداً . وهذه النظرية تعلل عدم وجود الأكسجين وكثرة ثانى أكسيد الكربون . فالأكسجين ينتج من عملية التمثيل الضوئى فى النباتات ، وعدم ظهور أرض فوق الماء يمنع وجود تلك النباتات . وثانى أكسيد الكوبون — كما ذكرنا — يختفى بسرعة فى وجود المياه ولكن تفاعله الكيميائى فى هذه الحالة يكون مع السليكات الموجودة فى السطح اليابس ، واختفاء ذلك السطح تحت الماء يمنع ذلك التفاعل .

وإذا شاء الإنسان أن يذهب إلى الزهرة فإنه سيجد درجات الحرارة مناسبة تتراوح بين خمسين فوق الصفر وعشرين تحته ، أما وزنه فسيقل فى المتوسط حوالى عشرة كيلوجرامات . ويجب عليه أن يتزود بأقنعة الأكسجين للتنفس ، وبعد ذلك يسلم أمره إلى الله . . . . فإما أن يهبط بسفينته ليجد الصحراوات تمتد إلى الأفق فى كل ناحية ، وإما أن يجد نفسه فى قاع محيط آهل بأنواع غريبة من الأسماك أو المخلوقات تحاول أن تبتلعه هو وسفينته .

المجموعة الأرضية

تأتى المجموعة الأرضية (الأرض والقمر) فى الترتيب بعد عطارد والزهرة حسب البعد عن الشمس .

والأرض قد أشبعها علماء الحياة بحثا ودراسة . . . نقبوا عنها فى الجبال والصحراء ، وحطموا الصخور كى يفحصوا مابها من كائنات حية فعلا ويبحثوا عن مخلوقات الأساطير وماقبل التاريخ وغاصوا فى أعماق البحار ليكشفوا عن أسرار الحياة فيها — ففى كل مكان ، وفى مختلف الظروف الطبيعية ، صادفتهم كائنات حية ، وهب الله كل نوع منها القدرة على مسايرة البيئة المحيطة بها والتى قد تكون مهلكة للأنواع الأخرى إذا ما ألقت بها المقادير فى تلك البيئة .

هذا ما نعلمه نحن عن الأرض لأننا نعيش على سطحها ، ولدينا من الوسائل والاحتياطات ما يمكننا من البحث فى الأجزاء الأخرى من الكرة الأرضية . . . ولكن ماهى وجهة نظر سكان القمر مثلا عن الحياة فى الأرض ؟ أغلب الظن أنهم سيعتبرون وجود الهواء والماء عائقا يمنع وجود الحياة ، وإذا

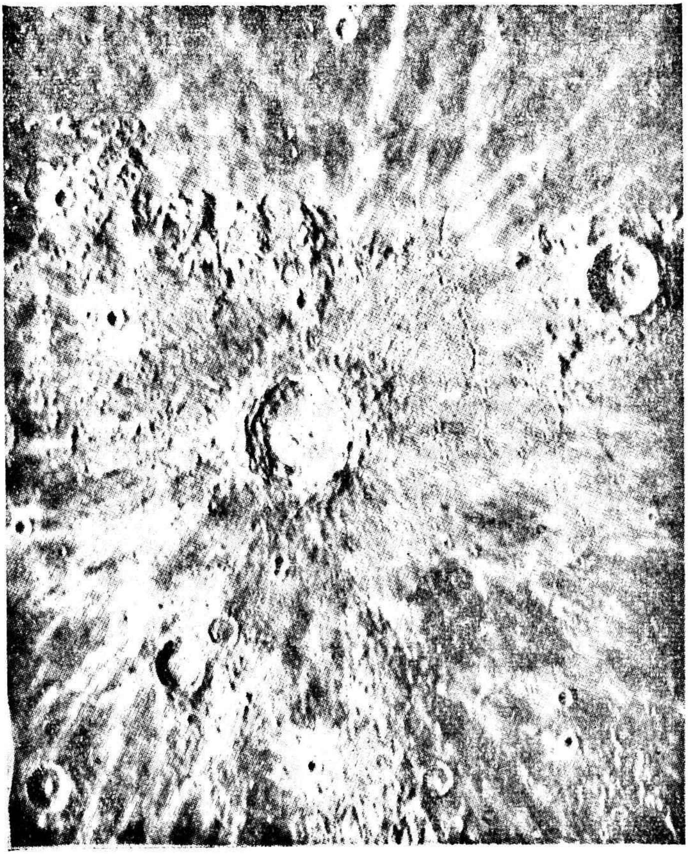
تصادف وجودها على سطح الأرض فإنها تكون من النوع المزيل لأن الغلاف الجوى يقطع عنها بعض الإشعاعات الشمسية التى تعتبر غذاء وطاقة لسكان القمر .

ولكن قبل أن نواصل حديثنا عن أحياء القمر ، وجب علينا أن نبين الظروف الطبيعية الموجودة فى القمر حتى تكون مناقشاتنا على أساس علمى صحيح . فهو — كما يعلم القارىء — أقرب الأجرام السماوية إلى الأرض ، إذ يبعد عنها حوالى ربع مليون ميل . ونظراً لصغر حجمه وكتله ، كانت سرعة الإفلات من جاذبيته أقل سرعة معروفة بين الكواكب إذ أنها تبلغ ٢,٤ من الكيلومترات فى الثانية — وصغر سرعة الإفلات معناه سهولة هروب الغازات المحيطة به ، فإذا أضفنا إلى ذلك ارتفاع الحرارة فى نصفه المضىء إلى حوالى ١٢٠ درجة مئوية ، وجدنا عاملا جديدا يزيد نشاط الغازات نفسها ويمدها بطاقة تهيىء لها سبل الانطلاق إلى الفضاء والتخلص من قبضة القمر . ونتيجة لذلك لا نتوقع أن نجد حوله شيئا من الغازات الخفيفة مثل الإيدروجين وبخار الماء والأكسجين ، ولا يبقى به — نظريا — سوى غاز ثانى أكسيد الكربون والغازات الأخرى الثقيلة . . هذا إذا كانت حرارة القمر ثابتة طوال حياته ، ولكن

من المعروف أنه فى مبدأ نشأته وتكوينه كان أشد سخونة مما هو عليه الآن إلى درجة تجعلنا نتوقع فقدان جميع الغازات المحيطة به .

وقرب القمر من الأرض أتاح لنا فرصة دراسته بالتفصيل ، أو على الأقل ، دراسة النصف الذى يواجهنا بصفة دائمة . فإذا نظرنا إلى سطحه خلال منظار فلكى ، أمكننا رؤية الكثير من دقائق ذلك السطح ، وهو حينئذ يبدو وعرا تمتد فيه الجبال وتتخلله فوهات مستديرة أشبه بفوهات البراكين الخامدة . . . ويتخذ الفلكيون من وضوح هذه التفاصيل دليلا هاما يؤيد ما ذهبت إليه استنتاجاتهم من عدم وجود غلاف غازى حول القمر ، فإن وجوده يكون أشبه بضباب يحجب عنا تلك التفاصيل ، أو على الأقل مادق منها ، فلا يبدو لنا حينئذ سوى الخطوط الرئيسية لتضاريس السطح (انظر شكل ٧) .

وليس ذلك بالدليل الأوحد الذى يشير إلى عدم وجود غلاف غازى حول القمر ، بل إن هنالك دراسات أخرى تؤيد كلها تلك النتيجة . ومن بينها مراقبة مرور القمر أمام نجم من النجوم ، فإننا نلاحظ اختفاء النجم فجأة وراء حافة قرص



(شكل ٧)

القمر ، وبعد مرور فترة قصيرة يظهر فجـأة من وراء الحافة المضادة للقرص . ولو كان للقمر غلاف غازى يحيط به ، لما اختفى النجم فجأة لأنه سيمر أولا وراء الغلاف الغازى فيحجب جزءا من ضوئه وبذلك يبدو خافتا بعض الشىء قبل أن يختفى تماما وراء حافة القمر نفسه .

والفوهات التى تبدو على سطح القمر تبلغ من السعة فى بعض الأحيان حدا يربو فيه قطرها على مائة كيلو متر . . . ويعتقد بعض العلماء أن الصغيرة منها ، فوهات براكين خمدت منذ زمن طويل ، ولكن ذلك لا يفسر وجود الفوهات الواسعة .

وثمة نظرية أخرى نعتبرها نتيجة لتصادم النيازك الكبيرة مع سطح القمر — وهذه النيازك كانت موجودة بكثرة فى الفضاء خلال الأطوار الأولى لنشأة المجموعة الشمسية ، فتركت آثارها الواضحة الباقية على سطح القمر ، فى حين أن ماحدث منها على سطح الأرض قد أزالته عوامل التعرية ، فلم يبق منها سوى القليل .

فلنتصور إذن هذه الفوهات التى يبلغ قطرها فى العـادة كيلو مترين أو ثلاثة ، بالإضافة إلى عدد لا بأس به مما يزيد قطره على مائة كيلو متر ، ويحيط بكل فوهة منها حائط دائرى

رأسى شاهق الارتفاع — يضاف إلى ذلك مالاحظه علماء الفلك فى مركز الكثير من هذه الفوهات . . . قمم شامخة شبيهة بالأبراج العالية .

هل هذه الفوهات مداخل إلى باطن القمر حيث توجد المدن والقرى الآهلة بالسكان وقد أحاطوا أنفسهم بجو صناعى ملائم ؟ وهل القمم البارزة فى بعض الفوهات ؛ قباب أشبه بالمراصد يرقبون منها سكان الأرض والكواكب الأخرى ؛ أم هى أبراج تتيح لهم التمتع والاستفادة من إشعاعات الشمس .

هذه الأسئلة وغيرها لا نستطيع أن نطرق أبواب الإجابة عليها ، أو حتى محاولة الإجابة كيلا يحملها كتاب القصص من التفسيرات والمعانى ما قد يكون بعيدا عن الحقيقة ، ولكن ما يدرينا . . . لعل أبعد التعليلات وأقلها احتمالا هى أقربها إلى الواقع .

فلنترك الآن فوهات الأسرار اندرس سطح القمر بصفة عامة . فهو بسبب قربه الشديد منا ووضوح تفاصيل سطحه ، أنسب الكواكب فى البحث عن الحياة فيه ؛ أو على الأقل من السهولة مراقبة آثار تلك الحياة إن كان لها وجود . ففى هذه الحالة ، ما على العلماء سوى استعمال المناظير القوية الكبيرة

لمشاهدة سطح القمر بصفة مستمرة للبحث عن آثار تلك الحياة ، كتغيرات موسمية فى بعض المناطق إذا كانت مغطاة بالنباتات والزراعات ، ونمو المدن واتساع رقعتها على مر السنين والأعوام ، وغير ذلك من مظاهر نشاط الكائنات الحية .

ولكن القمر يبدو ساكنا موحشاً ، لا أثر للحياة فيه حتى النباتية منها ــ فلا تغير فى ألوان بعض المناطق ولا فى مساحاتها ... اللهم إلا إذا كانت نباتات أو مخلوقات خاملة ، لها طريقتها الخاصة فى الحياة ، وقدرتها على احتمال ظروف غير طبيعية بالنسبة إلينا كعدم وجود الماء والأكسجين ، وارتفاع الحرارة فى أحد نصفى القمر إلى ١٢٠ درجة مئوية (أكبر من درجة غليان الماء) ، وانخفاضها فى النصف الآخر إلى ١٥٠ درجة تحت الصفر .

أيحتمل وجود مخلوقات تستغنى فى حياتها عن الهواء والأكسجين ، وهل تستطيع هذه الكائنات أن تعيش فى بقاع خالية من الغذاء المألوف ، اللهم إلا إذا كان فى مقدورها أن تهضم الصخور والمعادن أو تحصل على طاقتها من البترول إن كان موجوداً ؟ وهل فى إمكانها أن تحتمل درجات حرارة مرتفعة تصلح (للشِّواء) ، أو تعيش فى النصف المظلم حيث لا ضوء

ولا حرارة — بل برودة قاسية قد تتجمد فيها الخلايا ويتوقف نشاط القلب إن كانت لها قلوب ؟ وهل تبلغ من صلابة التكوين حدا يمنع انفجارها أو تسرُّب سائل الحياة من شرايينها وخلاياها بسبب وجودها فى ضغط غازى يقرب من العدم ؟

هذه بعض الأسئلة التى تعنّ للباحث عن الحياة على سطح القمر ، بعد أن يضع نصب عينيه ما أمكن جمعه من حقائق علمية عن الظروف السائدة هناك . ولو اقتصر ذلك الباحث المتأمل على المقارنة بالمجال الضيق الذى يعيش فيه ، لكان رده على هذه الأسئلة هو النفى البات وإنكار وجود أى كائنات حية على سطح القمر . ولكن لو اتسع أفق المقارنة ليشمل البر والبحر مثلا ، لتردد كثيراً قبل أن يدلى برأى حاسم فى الموضوع.

فالإنسان مثلا يعيش فى ظروف تختلف عن المخلوقات البحرية ، ولكل منهما جهاز تنفس يغاير الآخر فى تركيبه وفى طريقة عمله ... بل إننا إذا وجّهنا اهتمامنا إلى البحار والمحيطات وحدها لوجدنا أنواعا مختلفة من المخلوقات التى لا يمكن لأىٍّ منها أن يحتمل الظروف المحيطة بالنوع الآخر — فبعضها مثلا يوجد على أعماق سحيقة من سطح البحر حيث يسود الظلام الدامس وحيث تتعرض الأجسام لضغط مرتفع

يصل إلى بضعة آلاف من الكيلو جرامات على كل سنتيمتر مربع — أى ما يكفى لأن يسحق ضلوع الإنسان وعظامه سحقا تاما . وحيوانات الأعماق هذه تختلف اختلافا كليا عن الكائنات التى تسبح فى الطبقات العليا للبحار فى تركيب أجهزة الإبصار والتنفس وغيرها ، وذلك على الرغم من أنها جميعاً تعيش فى وسط واحد ... هو الماء . فلا غرابة إذن إذا تحفظنا فى إصدار الحكم على وجود كائنات حية فى القمر ، وكل ما نستطيع قوله هو أن الحياة المألوفة لدينا محال أن نجد لها نظيرا هناك .

وعلى هؤلاء الذين يتطلعون إلى غزو القمر واستغلال أراضيه ، أن يتخذوا الاحتياطات الكافية للمحافظة على حياتهم وتهيئة الظروف المناسبة لمعيشتهم على سطحه . فعدم وجود غاز الأكسجين اللازم لتنفسهم يستلزم تزويدهم بالأقنعة والأجهزة الخاصة كى يحصلوا على كفايتهم من ذلك الغاز الحيوى . وانخفاض الضغط المحيط بالجسم إلى ما يقرب من الصفر ، يؤدى إلى انفجار الأوردة والشرايين ما لم يرتد الإنسان لباساً أشبه بما يلبسه الطيارون فى طبقات الجو العليا ذات الضغط المنخفض . ولا بد لهذا الرداء من أن يحتوى جهاز تكييف للحرارة

كى يمنع احتراق الجسم فى نصف القمر المضىء أو تجمده فى النصف المظلم ، كما أنه من الضرورى أن يكون الرداء مزدوجا يفصل بين طبقتيه كمية من غاز الأوزون — فحول الكرة الأرضية وعلى ارتفاع يتراوح بين عشرين وثلاثين ميلا من سطحها ، توجد طبقة من ذلك الغاز تقوم بامتصاص الإشعاعات فوق البنفسجية المنبعثة من الشمس والتى لو وصلت إلى سطح الأرض آذت أعيننا وأضرت بأنسجة الجسم . فعلى خبراء الصناعة أن يستنبطوا لنا مادة خاصة تصنع منها هذه الأردية كى تكون خفيفة الوزن حتى لا تعوق الحركة ، وتكون من الصلابة بحيث تمنع وابل القذائف الشهبية — التى تملأ الفضاء المجاور — من اختراقها وهلاك مرتديها .

ومن بين الاحتياطات الواجب اتخاذها ، نشير إلى الوقاية من الأخطار التى قد تنجم عن الإشعاعات الكونية وتأثيرها فى أنسجة الجسم وخلاياه ، والبقاء مدة طويلة تحت تأثير قوة جاذبية صغيرة فى حين أن عضلات الجسم المختلفة قد اعتادت على جاذبية الأرض الكبيرة التى تبلغ ستة أمثال قيمتها على سطح القمر — وغير ذلك من العوامل التى ينقصنا الخبر اليقين عن مدى تأثيرها لمن يتعرض لها ويقع تحت نفوذها . . . .

وأخيراً — وليس آخرا — تجابهنا مشكلات المياه والغذاء وهي ضرورات غير موجودة في القمر ، ومن اللازم تزويد رُوّادها بها عن طريق الكرة الأرضية بطريقة أو بأخرى .

ماذا يحدث لمستعمرو القمر بعد كل هذه الاحتياطات ، وما هي المتاعب التي يصادفها ، والمزايا التي يتمتع بها خلال إقامته هناك ؟ .

إن أولى متاعبه تنبعث عن صغر الجاذبية على سطح القمر ولكنه لن يلبث أن يتغلب عليها ، شأنه في ذلك شأن مريض طال رقاده ، فإذا ما شفي وحاول السير تعسر في خطواته حتى يتمكن في النهاية من أن يهيمن على حركاته . . . . أما تأثيرها على عضلات الجسم والعقل وطريقة التفكير ، فعلمه عند الله . وإذا ما أضفنا إلى اهتزاز سيره وعدم ثباته ، سيلا جارفاً من الشهب أشبه بالمدفع الرشاش أو أشد ، لرأيناه يندفع إلى الأمام أو يتدحرج بضع مئات من الأمتار ، فإذا ما انهالت عليه وهو راقد لما استطاع بعد ذلك نهوضاً .

والقمر خير مكان لأن يقضي الزوج فيه إجازته مع زوجته الثرثارة — فلو أنها صاحت بأعلى صوتها لما سمعها على الإطلاق ، فالغازات هي التي تنقل الأصوات ، ولما كان القمر لا يحتفظ

بغلاف غازى فإن التفاهم سيتم بالإشارات دون الأصوات . ولكن ذلك لا يمنع من أن يثبت على أذنيه جهازا لمنع الأصوات حتى لا يؤذيها دوىّ ارتطام الشهب بردائه — وهذه الأصوات تنقلها الغازات الموجودة بين طبقتى الرداء لحفظ الضغط وامتصاص الإشعاعات فوق البنفسجية .

وأخيراً نترك للقارىء التفكير فى طريقة تناول الطعام والشراب دون أن يفتح ثغرة فى ردائه تكون سبباً فى فشل جميع الاحتياطات التى اتخذها .

وليس معنى ذلك أن الحياة فى القمر خالية من المتع والمباهج، بل لعله يفضل أغلب الكواكب فى تلك النواحى — فمن المسلىّ حقاً أن تقام هناك مباريات كرة القدم لأنه لن يضير الفريقين أو يضنيهم أن تمتد ساحة اللعب إلى عدة كيلو مترات تقطعها الكرة فى دقائق معدودة — ولكن لن يقتصر عدد اللاعبين على أحد عشر لاعباً فى كل فريق ، بل ستشترك معهم الشهب لتغير مسار الكرة إن لم تمزقها شر ممزق . ومن المزايا التى تتيحها صِغَر الجاذبية ، قدرة الإنسان على ارتياد مناطق شاسعة ، وتسلق المرتفعات والجبال وتخَطّى العقبات الطبيعية دون أن يعتريه أدنى إجهاد (شكل ٨) .



(شكل ٨) رائد القمر يتخطى أخدودا

ولن يحس ساكن القمر بتعاقب الليل والنهار كل أربع وعشرين ساعة كما تعود على الأرض ، بل إنه — إذا بقى فى مكان واحد — سيقضى أربعة عشر يوما فى ظلام لا تظهر فيه الشمس على الإطلاق ، وتبدو له السماء داكنة سوداء ترصعها نجوم أشد ضياء مما كان يبدو فى سماء الأرض . فهنا لا ينقص من ضوئها غلاف غازى وبذلك أيضاً يزداد عدد ما يشاهد من نجوم وخاصة الخافتة منها التى يقوم غلاف الأرض بتشتيت ضوئها ... ويلى تلك الفترة أربعة عشر يوما أخر ، تعتبر نهاراً دائما ، ولكنه نهار من نوع غريب يبعث فى النفس إحساسات متضاربة من إثارة وبهجة إلى خشوع ورهبة — لأننا إذا نظرنا إلى أرض القمر المنبسطة أمامنا رأيناها مضيئة بأشعة الشمس ، ولكن إذا حولنا وجوهنا شطر السماء وجدناها سوداء مظلمة، تبدو النجوم فيها كأنما هى الليل البهيم ، وفيما بينها يقف قرص الشمس الساطع أشد ضياء مما على الأرض وهو مع ذلك لا يستطيع أن يحجب النجوم . . . والسبب فى تلك الظاهرة هو أن أشعة الشمس ، عند دخولها الغلاف الجوى للكرة الأرضية يصادفها تشتت وانعكاس تقوم به جزيئات الهواء وحبيبات الغبار والدخان وغيرها . وتبعاً لذلك نشاهد استضاءة

السماء وحجبها لأضواء النجوم وذلك مالا يحدث فى القمر لعدم وجود غلاف غازى هناك .

وثمة ظاهرة أخرى سوف تثير الدهشة والعجب لمن لادراية له بعلم الفلك ، فلو أنه بقى قابعاً فى أحد نصفى القمر لما رأى الأرض على الإطلاق ، فى حين أن سكناه فى النصف الآخر يتيح له رؤية الأرض بصفة دائمة — يبدو أحيانا كقرص يضارع قرص الشمس وإن اختلف عنه فى نواح متعددة ، منها بقاء قرص الأرض فى نفس المكان من السماء على مر الأيام والسنين ومنها تغيره (وهو باق فى مكانه) من هلال إلى بدر ، ولكنه لن يختفى فى محاق تام كما يحدث للقمر . والأمر فى ذلك راجع إلى وجود الغلاف الجوى . . . فالقمر حين يقع بين الأرض والشمس ، يكون نصفه المواجه للأرض مظلما فلا يستطيع سكانها رؤيته وبذلك يكون فى محاق تام — أما الأرض (بالنسبة لساكن القمر) فإنها إذا وقعت بين القمر والشمس ، فإن نصفها المواجه لساكن القمر سيكون حقاً مظلماً ، ولكن الغلاف الجوى المحيط بالأرض يبدو حينئذ كحلقة مضيئة نتيجة لانعكاسات أشعة الشمس فيه .

وأخيراً سنترك لرجال الدين مهمة شاقة لا نستطيع نحن أن

نطرقها دون مساعدتهم ، وهى تحديد مواقيت الصلاة وأوائل الشهور العربية والمواسم والأعياد . . . فهنالك قطعا شروق وغروب للشمس ولكنه يتكرر كل أربعة عشر يوما . فهل نؤدى الفرائض الخمس كل أسبوعين فقط ؟ أما بالنسبة لأوائل الشهور العربية ، فهل نأخذ فى اعتبارنا هلال الأرض بدلا من هلال القمر ؟ وما هو حكم الأماكن التى لا يرى ساكنوها الأرض على الإطلاق ؟

المريخ .. أمل البشرية

اهتم العلماء منذ وقت بعيد بدراسة هذا الكوكب دراسة تفصيلية ، لأنه أقرب كوكب إلى الأرض يمكن رصده طوال الليل ، دون أن يحذو حذو عطارد والزهرة فى ملازمة ضوء الشمس بصفة مستمرة أو الابتعاد عن ذلك الضوء لفترة قصيرة بعد الغروب وقبيل الشروق . ومما زاد فى اهتمامهم بهذا الكوكب ، ما أعلنه العالم الإيطالى (شياپاريللى) من مشاهدته خطوطاً تكاد تكون مستقيمة أشبه بالقنوات وتمتد فى بعض الأحيان آلاف الأميال . هذا بالإضافة إلى بعض البقع الداكنة التى قد تكون بحاراً أو مناطق نباتية .

والمريخ يبعد عن الشمس حوالى ١٤١ مليونا من الأميال فى المتوسط ، وهو يقطع مساره حولها فى ٦٨٧ يوما أو حوالى عامين أرضيّين وإن كانت فترة دورته حول محوره (اليوم المريخى) لا تزيد على يوم الأرض إلا بثلث ساعة فقط . أما الجاذبية على سطحه فهى ثلث الجاذبية الأرضية . ويدور حوله قمران — لا قمر واحد كما هو الحال فى الأرض — هما فوبوس

وديموس ، أولهما نصف قطره خمسة أميال فقط ويقع على بعد ٤٠٠٠ ميل من المريخ ، والثانى حجمه نصف حجم فوبوس ويبعد عن المريخ حوالى عشرة آلاف ميل .

ولقد بدأت أولى الدراسات المنتظمة لكوكب المريخ فى القرنين السابع عشر والثامن عشر ، قام بها العالمان (هايجنز) ، (شروتر) . وكان هذا الأخير من هواة الفلك الألمان ، ومع ذلك قام بتحديد العلامات المختلفة على سطح الكوكب تحديداً دقيقا ، وعلى الأخص تلك البقع الداكنة التى كان يعتقد أنها طبقات من السحب . ونتيجة لهذا الاعتقاد حاول اكتشاف أى تغيير محتمل فى مواضعها ليكون ذلك بمثابة أساس يستنتج منه قوة الرياح فى جو الكوكب .

واتخذت الدراسات بعد ذلك طابع الإثارة فى النصف الثانى من القرن التاسع عشر نتيجة للأرصاد المنتظمة التى قام بها العالم الإيطالى (شياپاريللى) فى مدينة ميلان . ففى عام ١٨٧٧ كان يراقب الكوكب خلال منظاره الفلكى بغية رسم خريطة لتفاصيل سطحه ، وبينما هو يرقب برهة تسكن فيها حركة الهواء ويقل فيها اهتزاز المرئيات ، لاحظ فجأة وجود خط رفيع يمتد على سطح الكوكب واصلا بين منطقتين داكنتين ثم استطاع

بعد ذلك أن يسجل عددا من هذه الخطوط تمتد إلى مسافات طويلة بشكل منتظم يخالف تعاريج الأنهار على سطح الأرض وتصل بين المناطق الداكنة التى كان يظنها بحارا . وقد أطلق على تلك الخطوط اسم (كانالى) بمعنى أخاديد ، ولكن الكلمة فسرت على أنها قنوات ، وترتب على ذلك الاعتقاد بوجود حضارة مريخية قد تفوق حضارة الأرض .

وقد لاحظ (شياباريللى) أن بعض هذه القنوات قد تقاطع بعضها بعضاً ، وفى هذه الحالة تبدو نقطة التقاطع دائما كبقعة مظلمة مستديرة أشبه بالواحة . كما أعلن أن المناطق الداكنة ذات ألوان مختلفة هى خليط بين البنى والأخضر ، وأن ما كان منها قريبا من المنطقة الاستوائية أكثر سوادا مما عند القطبين وبذلك استبعد كونها بحاراً كما اعتقد البعض . وبالإضافة إلى ذلك ، اكتشف (شياباريللى) أن القنوات تظهر فى بعض الأحيان مزدوجة على هيئة خطين متوازيين قد يفصل بينهما بضع مئات من الكيلو مترات .

ومضت تسع سنوات منذ تلك الاكتشافات والكثيرون من الفلكيين يراقبون الكوكب باهتمام دون أن يلاحظوا ما يؤكد وجود تلك القنوات ، حتى كان عام ١٨٨٦ حين أيد

وجودها آحد هواة الفلك البريطانيين واسمه (س . وليامز) . واعقبه بعد ذلك مباشرة عالمان فرنسيان فى مرصد نيس هما (پيروتين) ، (تولون) ثم توالت التأكيدات وإن اختلفت فى مقدار وضوح تلك القنوات كما اختلفت الآراء فى طبيعتها ، وهل هى قنوات حقا على هيئة شبكة مائية حفرها مهندسون أكفاء لرى المناطق الصحراوية ؟ .

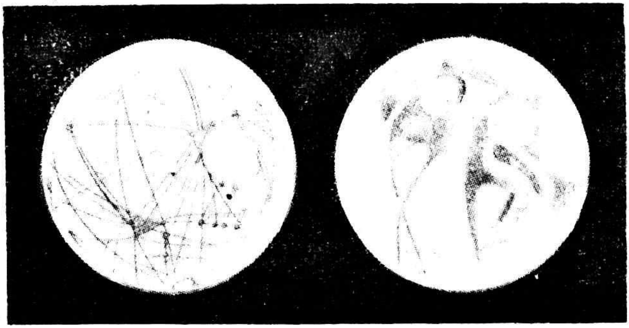
وقد بلغ من اهتمام أحد الدبلوماسيين الأمريكيين فى ذلك الوقت وهو (لويل) ، أنه أقام مرصدا خاصا بولاية أريزونا بالولايات المتحدة لرصد كوكب المريخ . وقد أيدت الأرصاد التصويرية والمرئية وجود قنوات (شياپاريللى) بالإضافة إلى بعض القنوات الجديدة . كما اكتشف العالم السوفييتى (تيخوف) بعض القنوات عام ١٩٠٩ فى مرصد پولكوفو . وقد ذهب (لويل) إلى حد بعيد فى تحمسه للكوكب ، وفى تفسيره لما يجرى هناك ، فأعلن عن اعتقاده بوجود قنوات مائية تحمل مياه الثلوج الذائبة من المناطق القطبية إلى المناطق الاستوائية بل إنه قام بحساب طاقة جهاز الضغط الذى تخيل أن مهندسى المريخ قد شيدوه فوجدها تبلغ أربعة آلاف مرة طاقة ضغط شلالات نياجرا .

وعلى الرغم من هذه التأكيدات والخرائط التى وضعت لقنوات المريخ ، لا يوجد إجماع أو شبه إجماع بين الفلكيين على تفاصيلها وطبيعتها . والسبب فى ذلك يرجع إلى صعوبة الأرصاد سواء أكانت تصويرية أم مرئية حتى فى خير الظروف عندما يقترب الكوكب من الأرض إلى مسافة تتراوح بين ٣٥ و ٦٣ مليوناً من الأميال كل عامين : فالأرصاد المرئية تعتمد على مراقبة الكوكب بالعين خلال المنظار الفلكى مراقبة مستمرة لفترات طويلة حتى تحين لحظة استقرار تام فى طبقات الغلاف الجوى المحيط بالأرض حتى يمكن رؤية التفاصيل قبل أن تهتز وتختفى عند زوال الاستقرار ، وتلك فترات قصيرة جداً ، نادرة الحدوث مما يؤدى إلى إجهاد العين من طول الترقب وتخيلها وجود علامات ليس لها ظل من الحقيقة . (انظر ش ٩) .

وقد حاول الفلكيون الالتجاء إلى طريقة التصوير باعتبار أن اللوح الفوتوغرافى أكثر حساسية من العين فى تسجيل التفاصيل الدقيقة ، كما أنه لا يكل ولا يمل ، بالإضافة إلى إمكان دراسته على مهل فلا يخطىء الإنسان كما يحدث عند سرعة تسجيله لما يرى قبل أن يختفى ويزول . ولكنهم واجهوا عقبات



(ا)　　　(ب)



(ج)　　　(د)

(ش ٩)

خرائط المريخ كما تصورها بعض كبار علماء الفلك

(ا) خريطة أنطونيادى رسمها عام ١٩٠٩

(ب) خريطة شياباريللى رسمها عام ١٨٧٧

(ج) خريطة تيخوف رسمها عام ١٩٠٩

(د) خريطة لويل رسمها عام ١٩٠٩

جديدة فى هذه الناحية أيضا ، فعملية التصوير تحتاج إلى بعض الوقت — أى أنها ليست سريعة كما ينبغى أن تكون ، كما أن طبيعة الطبقة الحساسة على وجه اللوح الفوتوغرافى ووجود حبيبات فيها تسبب ضياع كثير من التفاصيل بين ثناياها .

وليس معنى عدم إجماع الفلكيين على تفاصيل ثابتة محددة لقنوات المريخ أنها أضغاث أرصاد ، فالكثيرون ممن أعلنوا رؤيتها هم من كبار العلماء المشهود لهم بالخبرة الطويلة فى هذا النوع من الأرصاد . ولكن قد يكون الخلاف راجعا إلى الأسباب التى ذكرناها فى الفقرات السابقة ، أو قد يرجع إلى التغير الذى يحدث فى مدى وضوحها بين وقت وآخر وإن كان ذلك التغير لا يسير بطريقة منتظمة ، فقد يحدث أن تختفى بعض القنوات وإذا بنا نجد القنوات المجاورة لها تزداد وضوحا . وقد يحدث فى فترة قصيرة أن نفاجأ بقناة معينة تنشطر إلى خطّين متوازيين تفصل بينهما مسافة تتراوح بين ثلاثين ميلا وأربعمائة ميل .

ويؤكد بعض العلماء السوفييت مثل (تيخوف) و (باراباشيف) أن قنوات المريخ لا وجود لها ، وذلك على الرغم من حصولهما على بعض الصور التى تُبين تلك الخطوط

الرفيعة . ويعتمد هذا الرأى على أن الصور الممتازة لا تحتوى على قنوات ، ولكن يبدو مكان كل منها عدد كبير من البقع الصغيرة غيرَ منظمة الشكل ولا متناسقة التوزيع ، وكلما ازدادت الصورة سوءاً ، اختفت الفوارق بين تلك البقع وظهرت كشريط واحد متصل يتوهم الراصد أنه قناة مستقيمة منتظمة تمتد آلاف الأميال .

ومن بين ما يظهر للراصدين على سطح المريخ ، تلك البقع الداكنة التى أشرنا إليها وهذه لامراء فى وجودها بسبب كبر حجمها واتساع رقعتها . ومن حركة هذه البقع نتيجة لدوران الكوكب حول محوره استنتج (هايجنز) أن اليوم هناك يعادل أربعا وعشرين ساعة ، وفى عام ١٦٦٦ وجد (كاسينى) مدة الدورة أزيد من ذلك بأربعين دقيقة ، وذلك قريب من الأرصاد الحديثة التى حددت الزيادة بسبع وثلاثين دقيقة ونصف دقيقة.

ولم تبدأ الدراسة المُفصّلة لتلك البقع إلا عام ١٨٧٧ بواسطة العالم (شياپاريللى) الذى وجد أنها غير متجانسة فى درجة إظلامها . ولاحظ أن اللون الغالب عليها هو البنى الضارب إلى الرمادى ولكن تختلف شدته من مكان لآخر ، بل تختلف فى نفس المكان من وقت لآخر . وفى النهاية وجّه

الأنظار إلى الاختلاف فى لون المحيطات والبحار على الأرض كمقارنة لما نراه على المريخ ، فبحار المناطق الدافئة تكون عادة أكثر اسودادا من بحار المناطق القطبية .

أما دراسات (لويل) وزملائه ، فقد أشارت إلى وجود خطوط رفيعة متقاطعة عبر بحار المريخ ، بالإضافة إلى تغيرات فى لون وشكل تلك البقع . وقد استنتج (لويل) من ذلك أنها ليست بحارا ، بل مناطق خصبة زراعية . ويجدر بنا فى هذا المجال أن نشير إلى أرصاد العالم الفرنسى (ليو) منذ عهد قريب ، فقد أيدت ما أشار إليه (لويل) من عدم تجانس البقع ولكنه وجدها ذات تركيب معقد ، فكل منطقة داكنة — أو بقعة كبيرة — تتكون من عدد كبير من البقع الصغيرة الداكنة مختلفة الألوان وموزعة توزيعاً غير منتظم . وقد وجد فضلا عن ذلك أن مظهر هذه البقع الصغيرة وتوزيعها يتغير من وقت لآخر مما يؤدى إلى تغير فى مظهر البقعة الكبيرة نفسها وفى عام ١٩٥٤ شاهد (لويل) تغيرا فى مساحة إحدى هذه البقع مما أعاد إلى الأذهان فكرة وجود مناطق نباتية على سطح المريخ.

وفيما بين تلك المناطق الداكنة ، نجد مناطق قيل عنها إنها القارات اليابسة ، ولاحظ (شياپاريللى) أنها ذات ألوان مختلفة ،

فبعضها يميل إلى البرتقالى ، والبعض الآخر إلى اللون الأحمر أو الأصفر .

ولما نبذ بعض العلماء فكرة وجود بحار أو محيطات فى المريخ واعتبروا المناطق الداكنة أراضى خصبة زراعية ، أضافوا إلى ذلك أن المناطق الملونة المحيطة بها ليست سوى صحراوات جرداء خالية من النباتات .

* * *

بقى من تضاريس المريخ ظاهرة واضحة لاخلاف على وجودها وهى عبارة عن طاقيتين لامعتين عند قطبي المريخ . ولما كانت المناطق القطبية فى الأرض مغطاة بالثلوج ، فلم لا يكون الأمر كذلك فى المريخ ؟ ولما وجه الفلكيون اهتمامهم إلى هذه المناطق اللامعة وجدوا أن مساحتها تتغير تغيرات موسمية فينكمش حجم الطاقية فى الصيف ويزداد فى الشتاء . والتعليل الواضح لذلك هو ذوبان الثلوج كلما اقتربت الشمس من أحد القطبين . وقد لاحظ (لويل) أنه عندما يبدأ الصيف فى أحد نصفى المريخ ، تبدأ ثلوج القطب الموجود فى ذلك النصف فى الذوبان ، ويعقب ذلك وضوح القنوات فى المناطق المجاورة للقطب ، ثم يمتد وضوح القناة شيئا فشيئاً فى اتجاه خط الاستواء وإلى ماوراءه فى النصف الآخر ، ويكون ذلك بمعدل قدره خمسون ميلا كل يوم . وفى الوقت نفسه تحدث تغيرات فى لون البقع فتزداد دكانة وإظلاما ،

كما لو كانت مياه الفيضان من القطب قد وصلت إليها فساعدت على نمو وغزارة النباتات .

وإذا كان العلماء يعترضون على الرأى القائل بوجود مخلوقات راقية فى المريخ ، فإنهم يميلون إلى الاعتقاد بوجود الحياة العضوية — مثل النباتات ، يدفعهم إلى ذلك التغيرات التى تحدث فى المناطق الداكنة . ويتعصب لهذا الرأى العالمان (تيخوف) و (انطونيادى) ، وخاصة بعد أن تنوعت الأرصاد التى تجرى على المريخ بعد أن كانت تعتمد على النظر بالعين فقط خلال المنظار الفلكى . ولكى نستطيع أن نحكم على صحة أحد هذه الآراء — أو على أقل احتمال صحته — وجب علينا أن نلقى نظرة سريعة على الظروف الطبيعية المحيطة بالكوكب .

يحيط بالمريخ غلاف غازى غير كثيف يمتد إلى حوالى ٢٥ كيلو مترا فوق السطح . ويسبح فى جوه نوعان من السحب ، المنخفضة منها تميل إلى الصفرار ويحتمل أن تكون زوابع رملية تثيرها الرياح من سطح الكوكب . وقد ذكر بعض الراصدين أن هذه الرمال تحجب تفاصيل المريخ لفترة من الوقت قبل أن تهدأ ثائرتها ويصفو الجو . أما السحب العالية التى تتكون على ارتفاعات بين ١٨ ، ٢٥ كيلو مترا فإنها تميل إلى الزرقة وهى إذا

صورت فى الضوء الأحمر لا يظهر لها أثر ، بينما تكون واضحة كل الوضوح فى صور الضوء الأزرق . وطبيعة تلك السحب أشبه بالسحب الفضية اللون فى طبقات الجو الأرضى العليا حيث تنخفض الحرارة وتتحول الأبخرة إلى بللورات دقيقة من الثلج .

ويبدو من الدراسات التى أجريت على هذه السحب ، أن وجودها يتوقف على درجة الحرارة . فإذا ارتفعت الحرارة تشتتت السحب وإذا انخفضت تجمعت، وقد أمكن فعلا مشاهدة تجمع السحب فى جو المريخ فى المناطق التى تغرب عنها الشمس ، فإذا ما أشرقت تبددت واختفت .

أما الغازات التى يتركب منها ذلك الغلاف الغازى ، فيمكن من بينها تميز ثانى أكسيد الكربون بسهولة ، وكميته ضعف الموجود منه فى غلاف الأرض . وقد قام العلماء بمحاولات ضخمة فى سبيل العثور على غاز الأكسجين دون جدوى ، واستخدموا فى ذلك أجهزة الطيف الحديثة التى يمكنها بكل سهولة أن تفرق بين بصمات غاز الأكسجين الموجود فى جو الأرض وبين بصمات نفس الغاز لو فرض وجوده فى المريخ حتى لو قلت كميته هناك إلى $\frac{1}{1000}$ من قيمة الأكسجين الأرضى ، ومع ذلك لم يكتشفوا أية آثار لهذا الغاز فى المريخ . فيمكننا إذن استبعاد وجوده بصفة

قاطعة أو على أكثر تقدير نعتبر وجوده بكميات ضئيلة هى والعدم سواء . وفى هذا الصدد ، يعتقد بعض العلماء الأمريكيين أن المناطق اللامعة التى تحيط بالبقع الداكنة هى صحراء تغطيها أكاسيد الحديد وأن هذا هو السبب فى اختفاء غاز الأكسجين الذى استهلك فى عمليات الأكسدة . . . . ولم يتمكن الباحثون كذلك من اكتشاف بخـار الماء أو أى نوع آخـر من الغازات .

وليس معنى ذلك أن الغلاف الغازى للمريخ لا يحتوى إلا على ثانى أكسيد الكربون فقط ، فبعض الغازات تترك بصماتها فى ظروف تخالف ظروف المريخ ، وبعضها إذا وجد فى نفس الظروف أعطى خطوطاً فى مناطق من الطيف يصعب دراستها .

فإذا أخذنا ذلك فى الاعتبار وأضفنا إليه نسبة وجود كل غاز على طبيعته فى الكون وقارنا ذلك بتركيب الغلاف الجـوى للأرض زائدا سرعة الإفلات ودرجة الحرارة فى المريخ لوجدنا أن غاز النتروجين هو فى الحقيقة أكثر الغازات وجوداً فى غلافه الغازى حتى إن البعض قدر نسبته بحوالى ٩٨ فى المائة من جملة الغلاف ، وما بقى فهو خليط من ثانى أكسيد الكربون وغاز الأرجون وآثار غازات أخرى .

وبسبب بعد المريخ عن الشمس ، نجد درجات الحرارة هناك أقل من نظيراتها على الأرض. فهي عند القطبين تتراوح بين ستين درجة تحت الصفر المئوى فى الشتاء وعشر درجات فوق الصفر فى الصيف ، بينما نجدها عند خط استواء المريخ بين عشرين تحت الصفر وعشرين فوقه . وإذا أخذنا بالتفاصيل ، وجدنا البقع الداكنة (البحار أو المناطق المزروعة) أدفأ من الصحراوات المحيطة بها بحوالى عشر درجات فى المتوسط . ويعتقد العلماء أن درجة حرارة السحب الصفراء المنخفضة (الزوابع الرملية) لا تزيد على سبعين أو ثمانين تحت الصفر ، وذلك معناه وجود هذه السحب على ارتفاعات تتراوح بين خمسة عشر وبين عشرين كيلو مترا عن سطح الكوكب... أما السحب الزرقاء العالية فإنها ذات حرارة منخفضة عن السابقة بكثير .

* * *

ننتقل الآن إلى الحديث عن الحياة على سطح المريخ . لقد رأينا فى فصل سابق أن الحياة النباتية لا يعوقها شدة البرودة فبعضها يتأقلم فى المناطق الباردة ويستمر فى نموه وازدهاره وقد يكتسب مناعة ضد تقلبات الجو فلا يضيره التغير الكبير فى درجة الحرارة خلال اليوم الواحد حتى ولو بلغ ذلك التغير

ستين درجة مئوية . كما رأينا كيف أن نقص المياه فى الصحراء وبعض الجبال لا يمنع نمو بعض أنواع النباتات ، وكذلك أثبتت نباتات المستنقعات أنها تختزن فقاعات الهواء للتغلب على نُدرة غاز الأكسجين . فلم لا يكون الأمر كذلك فى المريخ ؟ وعملية التمثيل الضوئى تحتاج إلى غاز ثانى أكسيد الكربون الموجود بوفرة فى المريخ ، فيأخذ النبات حاجته من ذلك الغاز ثم يطلق فى الجو المحيط به كمية صغيرة من غاز الأكسجين الناتج عن هذه العملية بينما يختزن الباقى فى مختلف أجزائه .

وثمة من ينكر وجود حياة على المريخ من أى نوع ، لأن الإشعاعات فوق البنفسجية المنبعثة من الشمس تخترق الغلاف الغازى وتصل إلى سطحه ، وهى تقتل أى كائن حى يصادفها فى الطريق . وهذه الإشعاعات القاتلة لا تصل إلى سطح الأرض بسبب وجود طبقة من غاز الأوزون فى علياء الجو تقوم بامتصاصها . والرد على ذلك أن غاز ثانى أكسيد الكربون الموجود بكثرة فى جو المريخ يقوم بنفس العملية وإن كان غير عازل تماما للإشعاعات فوق البنفسجية فيصل جزء صغير منها إلى سطح المريخ فعلا ، ومن المحتمل أن النباتات وغيرها قد اكتسبت مناعة .... تماما كحقن الإنسان بكميات صغيرة

ضعيفة من جراثيم بعض الأمراض كى يكتسب المناعة الكاملة ضدها .

ويذهب (تيخوف) إلى أبعد من ذلك فيؤكد أن الإشعاعات فوق البنفسجية لا تضر الكائنات الحية فى المريخ ولا تصيبها بأدنى ضرر . وهو يفسر ذلك باتخاذ الأرض كمثال فى بدء تكوينها ، فالمعروف أن غلافها الجوى فى ذلك الحين كان خاليا من غاز الأكسجين ، وبالتالى لم يكن يحيط بها طبقة من الأوزون لأن جزىء هذا الغاز يتركب من ثلاث ذرات من الأكسجين، أى أن وجوده يعتمد على وجود غاز الأكسجين. وبذلك كانت الإشعاعات القاتلة تصل إلى سطح الأرض بكميات وفيرة فلم تقتل النباتات والكائنات الحية التى استطاعت أن تقاوم وتصمد إلى أن تجمعت فى الجو كمية كافية من غاز الأكسجين ، ومنه تكونت تلك الطبقة من الأوزون التى نعتبرها الآن الخط الأمامى للحياة . ويعتقد ذلك العالِم أنه حتى لو لم تنشأ تلك الطبقة، لمَا كان ذلك بعائق للكائنات الحية من أن تستمر فى بقائها وتطورها بعد أن تُكيّف نفسها للظروف المحيطة بها .

هذه هى الاحتمالات التى يتعلق المتفائلون بأهدابها . ولكن لنأخذ الآن فى الاعتبار البحث عن الأدلة المباشرة لوجود الحياة

فى المريخ . فالحياة العضوية فى كوكب ما تشغل منطقة تسمى كُرة الحياة (بيوسفير) . وكان العالم الروسى (ڤرنادسكى) هو أول من لفت الأنظار إلى أن الحياة فى الأرض تشغل منطقة تمتد من عمق قدره ثلاثة كيلو مترات تحت سطح الأرض إلى ارتفاع قدره عشرة كيلو مترات فوقه ، وأطلق على تلك المنطقة اسم كرة الحياة . والغلاف الجوى الموجود الآن حول الأرض ، قد أنتجته الكائنات الحية نفسها ، فمن ناحية تقوم بإطلاق غازات الأكسچين وثانى أكسيد الكربون وغيرها فى الجو ، ومن ناحية أخرى تعمل البكتيريا على إفناء المواد العضوية ، وينتج عن ذلك غازات النوشادر والميثان وغيرها .

وللبكتيريا فوق ذلك دور آخر هام ، فبعض أنواعها يستطيع تحطيم الصخور وتفتيتها — حتى صخور الجرانيت — وبذلك تمهد الأرض لنمو النباتات .

ويقدر العالم السوفييتى وزن الكائنات الحية فى كرة الحياة بحوالى ألف مليون مليون طن ، وكمية الأكسچين تعادل ذلك مرة ونصف مرة . وغاز الأكسچين فى الغلاف الجوى ناتج عن النباتات الخضراء ، وهو فى حالة اتزان ديناميكى إذ أنه يُستهلك بصفة مستمرة فى عمليات الأكسدة والتنفس ، وفى الوقت نفسه

تعوّض النباتات الخضراء ما يُفقد منه . ولولا وجود النباتات لاختفى ذلك الغاز من الجو فى سنين قلائل ، ومعنى ذلك أن وجود غاز الأكسچين هو أحد الدلائل على وجود كرة الحياة .

وإذا نظرنا إلى المريخ على ضوء هذه النتائج ، فإنا نستدل من عدم وجود الأكسچين فى غلافه الغازى على عدم وجود كرة حياة فيه ، وليس معنى ذلك إنكار وجود الحياة بصفة قاطعة بل كل ما فى الأمر أنها — إن وجدت — تكون فى نطاق ضيق محدود أو فى مناطق منفصلة صغيرة المساحة .

وقد أشرنا فيما سبق إلى تفسيرات العالم الأمريكى (لويل) عن المناطق الداكنة بأنها مقر للنباتات وهو التفسير الذى لاقى تأييداً كبيراً بعد التأكد من التغيرات الموسمية التى تحدث فيها .

إن هذه التغيرات الدورية هى العامل الأساسى الذى يُغرينا على فرض وجود نوع من الحياة النباتية التى تعتمد على الطاقة الشمسية ، ولا يعنى ذلك ضرورة وجود عمليات تمثيل ضوئى مطابق لما يحدث فى النباتات الخضراء على سطح الأرض — وهى التى يرجع لونها الأخضر إلى وجود الكلوروفيل — بل إن هنالك ما يدعونا إلى التسليم باختلاف العمليتين .

فى المريخ والأرض، وهو اختلاف الظروف الطبيعية فى كل منهما كانخفاض درجة الحرارة فى المريخ وخاصة بالليل والتّباين الكبير فى تركيب غلافى الكوكبين .

وقد رأينا أن النباتات الخضراء عند تصويرها فى الأشعة دون الحمراء تبدو ناصعة البياض كما لو كانت تغطيها الثلوج . ولما استخدم العلماء الطريقة نفسها فى تصوير تلك البقع التى على سطح المريخ ظهرت لهم داكنة مظلمة ، لا بيضاء ناصعة كما كانوا يأملون . ولكن ذلك لم يفتّ فى عضدهم ، فبعض النباتات الدنيا تحتوى على الكلوروفيل ومع ذلك فهى ليست خضراء اللون — فاللون الأخضر قد تطغى عليه ألوان أخرى أو قد يكون الكلوروفيل نفسه ذا لون مختلف مثل الكلوروفيل البكتيرى ذى اللون البنفسجى .

وقد أثبتت الدراسات التى قام بها العلماء الأمريكيون أمثال (كايبر) وغيره ، أن نباتات المريخ ليست بذورية — أى تنبت من البذور — وذلك ليس بالأمر الغريب الشاذ ، لأن هذه الأنواع من النباتات وعائية تحتوى على كميات كبيرة من الماء ، فإذا تصادف وجودها فى المريخ تسببت شدة البرودة فى تجمدها . إن أكثر النباتات الأرضية مقاومة للأجواء الباردة هى (حشيشة

البحر) ويليها الطحالب فى قوة الاحتمال ، ويعتقد العلماء أن نباتات المريخ أقرب إلى هذين النوعين ولكن ليس لنا الحق فى تأكيد وجودهما هناك ، لأننا قد نجد أنواعا أخرى نمت فى الظروف التى تسود المريخ . وقد ذهب العالم السوفييتى (تيخوف) هذا المذهب البعيد باعتقاده وجود نباتات راقية ، وإن كان قد بنى ذلك على دراساته (الفلنباتية) التى أشرنا إليها فى حينها.

وهكذا تبدو أنباء الحياة فى المريخ غير مؤكدة ؛ وكل ما هنالك تفسيرات قدمها العلماء لتتمشى مع مشاهداتهم وأرصادهم ، بل إن هناك من ينفى حتى وجود النباتات ، ويعزو وجود المناطق الداكنة إلى وجود البراكين التى تنشط بين وقت وآخر فتنطلق من جوفها الأبخرة والأتربة وغير ذلك ، وهذه تحملها الرياح لتلقى بها فى مناطق متعددة فيظهر للراصدين تلك التغيرات التى يحسبونها من صنع النباتات .

ولكن هذا التضارب فى الآراء ، لا يمنعنا من أن نلفت نظر القارىء إلى أوجه الشبه التى قد تلطف من الأحوال القاسية فى المريخ ، وتبعث الأمل فى صدور الراغبين فى سكنى ذلك الكوكب . . . . فنحن نعلم أن طبقات الجو العليا فى الأرض

وخاصة طبقة الأوزون تمنع وصول الإشعاعات فوق البنفسجية إلينا حتى لاتصيبنا بأذى، وهنالك فى المريخ يقوم ثانى أكسيد الكربون و بعض الغازات الأخرى بالعملية نفسها تقريبا .

والأمر الثانى ، هو أن سطح الكوكب يسخن أثناء النهار ، فإذا ما جاء الليل تعرض لاحتمال فقدان تلك الحرارة أو معظمها خاصة وأن غازات غلافه الجوى لا قدرة لها على حمايته من ذلك الفقدان . ولكن — كما ذكرنا سابقا — عند حلول المساء تتجمع فى طبقات الجو العليا للمريخ سحب فضية اللون ، قوامها ذرات من الثلوج وهذه تعمل كستار عازل يمنع تسرب الحرارة إلى الفضاء المجاور .

فلو قدِّر لأحد من بنى البشر أن يتخذ من المريخ مأوى له ، كان عليه أن يرتدى رداء يختلف كل الاختلاف عما يرتدى المسافر إلى القمر . فهو فى المريخ لن يهتم بوضع جهاز تكييف لدرجة الحرارة . . . . حقاً إن الجو هناك شديد البرودة ولكن حسب المرء أن تكون ملابسه من الصوف ، لأن درجة الحرارة لن تقل عن خمسين تحت الصفر المئوى ، وهى يمكن مصادفتها على الأرض فى المناطق القطبية ، كما أنها لن تزيد على العشرين أو الثلاثين فوق الصفر : أى ما يقابل بداية فصل الشتاء فى بلادنا . (قارن

ذلك بحرارة القمر التى تتراوح بين ١٢٠ درجة فوق الصفر وبين ١٥٠ درجة تحته) .

وبينما يملأ رجل القمر بزّته بطبقة من الأوزون والغازات الأخرى ، كى تمنع الإشعاعات فوق البنفسجية من الوصول إلى جسمه من جهة ، وتحيطه بالضغط الملائم من جهة أخرى ، نرى أن رجل المريخ سيستغنى عن طبقة الأوزون ، لأن غاز ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الجو سيقوم بالوظيفة نفسها . ولكنه سيحتاج إلى بعض الغازات كى يعوض الفرق بين الضغط الأرضى والضغط فى المريخ . . . . وفى إمكانه كذلك ألا يستعمل جهاز اللاسلكى لمحادثة زملائه المجاورين له ، وإن كان قد يحتاج إلى الصياح بملء فيه ليسمعه الآخرون نظرا لقلة الغازات وخِفّة الضغط الجوى .

وإذا كان من المحتم على رائد القمر أن يتزود بقناع من غاز الأكسجين اللازم لتنفسه ، فإن وجود ثانى أكسيد الكربون فى المريخ ، يوحى إلينا بالاستغناء عن ذلك القناع واستبداله ببعض النباتات الأرضية ، توضع فى بيوت زجاجية يأخذ منها ساكن المريخ حاجته اليومية من غاز الأكسجين الذى يطلقه ذلك النبات . أما مشكلة المياه — سواء للإنسان أو النبات —

فيمكن حلها بإقامة خزانات ضخمة ، تنقل إليها المياه من الأرض، أو تحضَّر كيميائيا بطريقة أو بأخرى ، أو بإذابة طاقيتى الثلج عند قطبي المريخ إن كانتا حقا ثلوجا مائية . والغذاء — كما ذكرنا فى حديث سابق — سيتكفل به العلماء منذ الآن بتحويل الطحالب وحشيشة البحر إلى أقراص أو مساحيق سائغة الطعم .

وسيشعر الإنسان بخفة وزنه ، إذ يبلغ ثلث ما اعتاد عليه . وإذا نظر إلى السماء شاهد قمرين — لا قمرا واحدا كما هو الحال فى الأرض — وإن كانا أصغر حجما منه ، أحدهما يدور حول المريخ فى سبع ساعات ونصف ساعة ، والثانى فى ست ساعات ، ولكنهما يسيران فى اتجاهين متضادين إذ يتحرك أحدهما من المشرق إلى المغرب بينما يسير الآخر من المغرب إلى المشرق . أما السماء نفسها ، فإنها تبدو أكثر ظلمة والنجوم أكثر لمعانا ، بينما نجد الأرض كأحد النجوم اللامعة تبدو ملازمة لضوء الشمس لا تكاد تبتعد عنه إلا لفترات قصيرة .

وبالطبع لن نستطيع أن نتحدث عن السكان الأصليين للمريخ ، فهؤلاء لم ترد عنهم أنباء مؤكدة سوى تكهنات بنيت على رؤية الخطوط المستقيمة التى يعتقد أنها قنوات حفرها جنس عريق فى الحضارة ولكن الطريقة الوحيدة للتأكد من وجودهم هى . . . . الذهاب إلى المريخ .

المشترى
كوكب أم شمس صغيرة

كان الاعتقاد السائد حتى وقت قريب أن المشترى لم يزل فى حالة سائلة لم يبرد بعد ، وأن الألوان التى يراها الراصدون على سطحه ما هى إلا أبخرة متوهجة تنطلق فى الجو بين آن وآخر كما تنطلق ألسنة اللهب من جسم الشمس إلى الفضاء المحيط بها .

ويبدو أن بعض العوامل الأخرى قد عززت هذا الاعتقاد — فحجم الكوكب نفسه يبلغ ألفا وثلثمائة كرة أرضية إذا أدمجت معا ، وكتلته قدر كتلة الأرض ٣١٧ مرة . . . أما قوة جاذبيته فقد أرغمت اثنى عشر قمراً على الدوران حوله والسير فى ركابه ، وذلك أكبر عدد من التوابع يمتلكها أحد الكواكب المعروفة ، وهى ليست كلها بأقمار صغيرة بل إن بعضها يزيد فى حجمه عن الكوكب عطارد ! !

وإذا كان القمر يبعد عن الأرض بحوالى أربعمائة ألف كيلو متر ، فإن بعض توابع المشترى توجد على مسافة تزيد

على عشرين مليونا من الكيلو مترات ... وذلك يعطى القارىء صورة عن مدى اتساع تلك المجموعة والفراغ الذى تشغله فى الفضاء .

فإذا أضفنا إلى ذلك مالوحظ من تقارب بين كثافتى المشترى والشمس[1] ، وأنه لو لم يكن للشمس وجود فى هذا الكون ، لتمكن المشترى من السيطرة على الكواكب الأخرى وإرغامها على الدوران حوله ببطء — لما دهشنا لتلك الآراء التى كانت تزعم أنه شمس صغيرة فى قلب المجموعة الشمسية .

وهذه الآراء قد استبعدت بعد أرصاد عديدة قام بها الفلكيون . فهم لاحظوا أنه عند مرور أحد التوابع أمام المشترى ، فإن ظله الواقع على السطح يبدو شديد الظلمة مما يدل على أن الكوكب لا يضىء نفسه بنفسه بل يستمد ذلك الضوء من الشمس ، ولو أنه كان متوهجا لتسبب ذلك فى (إنارة) ظل التابع فيبدو باهتا خفيفا إن لم يغلب عليه الوهج فلا يظهر للراصدين على الإطلاق . كما أن الدراسات المستفيضة التى

---

(١) كثافة الشمس ٤ر١ ، وكثافة المشترى ٣٥ر١ ... قارن ذلك بكثافة الأرض وقدرها ٥ر٥ .

أجريت حديثاً على الضوء الواصل إلينا منه ، أثبتت أنه انعكاس لأشعة الشمس على سطح مظلم تبلغ حرارته فى المتوسط ١٤٠ درجة تحت الصفر المئوى ، وهذه القيمة تتفق مع درجة الحرارة المستنبطة نظريا لجسم بارد مظلم موضوع على المسافة نفسها من الشمس .

نعود الآن إلى الحديث عن المشترى باعتباره كوكبا لا شمسا . إذا حسبنا سرعة الإفلات من جاذبيته وجدناها ٦١ كيلو مترا فى الثانية ، وهى أكبر سرعة بين الكواكب . ولا عجب فى ذلك ، إذ أنه (أثقل) أفراد المجموعة الشمسية ، فمن الصعوبة بمكان أن يفلت جسم من جاذبيته إلا إذا انطلق من سطحه بتلك السرعة أو بما يزيد عليها .

فإذا قارنا سرعة الإفلات بالسرعة المتوسطة لأخف الغازات وهو غاز الإيدروچين[1] ، لرأينا أنه من المستحيل على ذلك الغاز أن يهرب من قبضة المشترى حتى فى الأطوار الأولى لنشأته حينما كانت درجة حرارته عالية . ولما كان الإيدروچين

---

(١) السرعة المتوسطة لغاز الإيدروجين فى درجة حرارة كوكب المشترى هى ١ر٢٩ من الكيلو متر فى الثانية .

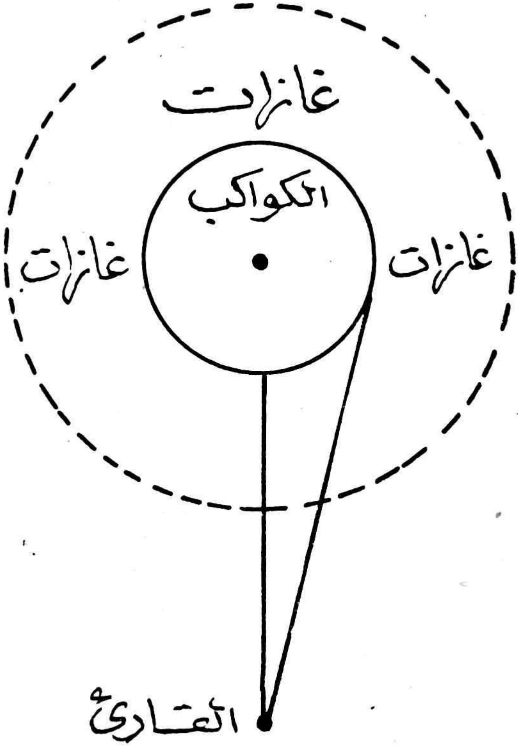
أخف الغازات وأسرعها ، فوجوده فى أرض المشترى لأكبر حافز لنا على أن نقرر فى اطمئنان وجود الغازات الأخرى وعدم ضياعها فى الفضاء المجاور .

فلننتقل الآن إلى بحث الأرصاد العملية التى أجرِيَت فعلا على ذلك الكوكب ، والاستدلالات التى تؤدى إليها نتائج الأرصاد ... يرى الراصد بالعين المجرّدة قرصا صغيراً يفوق فى لمعانه نجوم السماء ، فإذا ما دقق النظر إليه خلال المنظار الفلكى ، شاهد قرصاً واضح الانبعاج ، وذلك يشير إلى سرعة كبيرة فى دورانه حول محوره — وقد ثبت فعلا أنه يدور دورة كاملة كل عشر ساعات تقريباً ، وهو بذلك يعتبر أسرع كوكب فى هذا المضمار .

ويتخلل القرص المنبعج المضىء ، عدد من المناطق المظلمة على هيئة خطوط أو أحزمة يوازى بعضها البعض الآخر ، بالإضافة إلى بعض البقع أو المناطق غير المنتظمة فى شكلها والتى تبدو أقل استضاءة مما يحيط بها . وقد استغل علماء الفلك العلامات فى تعيين سرعة دوران الكوكب حول نفسه ، وذلك بمراقبة أى منها حتى يحملها الدوران إلى النصف غير المرئى ، ثم تعود إلى الظهور مرة أخرى وتصل إلى الموضع نفسه الذى عنده بدأت المراقبة .

وقد أجريت الدراسات المتنوعة على كوكب المشترى لإثبات النتائج النظرية عن وجود غلاف غازى يحيط به — ومن بين الطرق التى استخدمت فى هذا الشأن ، تسجيل شدة استضاءة القرص فى مواضع مختلفة على سطحه ، فلو كان الغلاف الغازى غير موجود لحصلنا على قيمة ثابتة لها سواء أكان ذلك عند مركز القرص أم عند حافته — ولكن الواقع يشير إلى غير هذا ، فالاستضاءة عند المركز أشد مما عند الحافة ، بل هى فى الحقيقة تبلغ ثمانية أمثالها . ومعنى ذلك وجود غازات محيطة بالكوكب ، لأن الضوء الواصل إلينا من الحافة إنما يسير خلال الغازات مسافة أطول مما يسيرها الضوء المنبعث من المركز (شكل ١٠) وبذلك يفقد كثيراً ، فتبدو الاستضاءة خافتة إذا ما قورنت بقيمتها عند المركز .

وثمة دليل ثان على وجود طبقات غازية حول الكوكب — فبينما أخذ علماء الفلك فى متابعة حركات البقع المظلمة على سطح المشترى ، بغية تعيين سرعة دورانه حول محوره ، لاحظوا اختلافا فى النتائج بين بقعة وأخرى . فالمفروض أنها لو كانت جميعها علامات ثابتة فى سطح الكوكب نفسه ، لدارت معه كمجموعة واحدة وأكملت دورتها فى الفترة نفسها وهى



(شكل ١٠)

فترة دوران الكوكب حول محوره ، ولكن الحقيقة التى جابهت الفلكيين هى : أن البقع فى المناطق الاستوائية أسرع مما فى

المناطق القطبية فتكمل دورتها فى وقت أقل . وتلك النتائج تشير إلى أن هذه المناطق الداكنة لا صلة لها بسطح المشترى ، ولكنها غازية التكوين شبيهة بالسحب .. وقد أجريت دراسات تفصيلية على تلك الحركات المختلفة ، أدَّت إلى الاعتقاد بوجود أحدعشر تياراً رئيسياً تتحكم فى سرعة دوران تلك البقع ، وأهم هذه التيارات يقع فى المنطقة الاستوائية وعرضه يتراوح بين عشرة آلاف وخمسة عشر ألف ميل .

والاختلاف فى سرعة التيارات المختلفة ، وبالتالى فى دوران البقع الداكنة يبدو جليا فى بعض الأحيان عند مراقبة بقعتين واقعتين فى نطاق تيارين متجاورين . إذ يلاحظ الراصد بعد فترة من الوقت ، أن البقعة الخلفية منهما تدرك الأمامية ثم لا تلبث أن تسبقها بمراحل كبيرة — وقد أمكن تقدير الفرق بين سرعتى البقعتين بحوالى مائتى ميل فى المتوسط .

وكثير من العلامات والبقع التى يمكن مشاهدتها على سطح المشترى ، لا تلبث إلا قليلا ثم تختفى ، بينما يستمر ظهور الباقية منها لبضعة أسابيع أو شهور ، وهى فى خلال تلك الفترة لا تبقى على حال واحد ، بل يعتريها تغير دائم فى شكلها . ولا شك فى أنها تمت بصلة إلى الغلاف الجوى ، كأن تكون طبقات من

السحب المحتوية على بخار الماء المتكاثف .

وإلى جانب هذه البقع الوقتية ، نجد أخرى دائمة الوجود . ومن أشهرها ما يعرف بالبقعة الحمراء الكبرى التى اكتشفت عام ١٨٧٨ وما زالت باقية إلى الآن ، وإن بدت فى بعض الأحيان بوضوح تام بينما فى أحيان أخرى تصير باهتة اللون ويقل وضوحها حتى لا تكاد ترى إلا بصعوبة . وهى غالبا ما تكون بيضيّة الشكل يبلغ طولها ثلاثين ألف ميل وعرضها سبعة آلاف ، ولكنها من وقت لآخر يتغير مظهرها وتكاد تصبح مستديرة الشكل . وقد فسر العلماء دوام وجود تلك البقعة بأنها جزء من سطح المشترَى يبدو للناظر خلال ثغرة فى السحب المنتشرة ، بينما اعتقد البعض أنها بركان ثائر دائم النشاط — ولكن عند متابعة دورانها مع الكوكب ، لوحظ اختلاف فى مدة الدورة بين فترة وأخرى وذلك ينفى أى صلة بينها وبين سطح الكوكب .

وثمة بقعة أخرى جنوبى البقعة الحمراء يبلغ طولها ٤٥٠٠٠ ميل ، شوهدت عام ١٩٠١ . وهذه البقعة تدور أسرع من زميلتها ، ولكنها عندما تدركها تجذبها معها عدة آلاف من الأميال ثم تتركها لتعود إلى مكانها الأصلى .

أما الخطوط المتوازية أو الأحزمة ، فهى ذات خليط من الألوان التى يغلب عليها الأحمر والبنى والبرتقالى . وهى وإن كانت ألوانها غير ثابتة على حال ، إلا أن التغير فى نصفى المشترى الشمالى والجنوبى يكاد يكون فى اتجاه عكسى بمعنى أنه إذا كان اللون الغالب فى أحد النصفين هو الأحمر ، كان فى النصف الثانى مائلا إلى الزرقة ، ومع ذلك قد نجد فى وقت من الأوقات أن لون الكوكب بأكمله يميل إلى الأحمرار .

وعندما حاول العلماء الكشف عن تركيب الغلاف الغازى المحيط بالمشترى باستخدام المطياف ، بحثوا فى مبدأ الأمر عن بخار الماء ولكنهم لم يعثروا له على أثر ، وفى الوقت نفسه وجدوا فى الطيف خطوطا مجهولة الجنسية فلم يتمكنوا من معرفة الغازات المنتجة لها . وفى عام ١٩٣٢ قام عالمان أمريكيان ببعض التجارب المعملية ، حتى تمكنا من نسبة هذه الخطوط إلى غازى النوشادر والميثان عندما يكونان فى درجة حرارة منخفضة. وقد قام أحد العالمين بحساب كمية غاز النوشادر الموجودة فى المشترى إذا وضعناها تحت ضغط جوى أرضى فى درجة الصفر المئوى ، فوجد أنها تكون طبقة سمكها حوالى ثمانية أمتار فقط . ومع أن هذه الكمية هى أكثر مما فى أى كوكب آخر ، إلا أننا نقول (ثمانية

أمتار فقط) لأننا فى هذه اللحظة نقارن بينها وبين كمية غاز الميثان على الكوكب نفسه (المشترى) إذ تبلغ — تحت الظروف نفسها — طبقة سمكها ثلاثة كيلو مترات !!

ولا يعنى اختفاء خطوط الطيف لغاز ما ، عدم وجوده فى جو الكوكب . فوضوح تلك الخطوط أو ظهورها على الإطلاق تتوقف على كمية الغاز الموجودة ودرجة الحرارة ومقدار الضغط هناك . فالمشترى — كما نعلم — شديد البرودة ، تبلغ حرارته فى المتوسط ١٤٠ درجة تحت الصفر المئوى ، كما أن مقدار الضغط فى طبقات جوه السفلى حوالى مليون ضغط جوى ، وهذه العوامل تؤدى إلى تحول الغازات إلى سوائل إن لم تؤد بها إلى حالة صلبة. فإذا أضفنا إلى ذلك أن غاز النوشادر فى الظروف العادية يتحول إلى سائل عند درجة حرارة ٣٣ تحت الصفر المئوى ويتجمد عند درجة ٧٨ تحت الصفر ، لعلمنا أن السطح الأبيض الذى يبدو لنا كأنه سطح المشترى ما هو إلا غاز النوشادر المتكاثف فى الطبقات العليا من غلاف الكوكب ، وأنها تخفى عنا ماتحتها من غازات .

وقد أوضحت الدراسات التى أجريت على الغلاف الغازى للمشترى ، وجود نوعين من التجمعات — أولاها تلك السحب

الخفيفة الناتجة عن تكاثف غاز النوشادر والتى تكون السطح المرئى للكوكب ، وثانيها البقع والأحزمة الداكنة المتوازية وهى من أصل يختلف تماما عن السحب . ويشير تكوين تلك البقع والأحزمة إلى أنها نتيجة لتيارات قوية تدفع بالمواد المتكاثفة فى الطبقات السفلى إلى ما فوق سحب النوشادر .

* * *

والآن ، بعد أن استعرضنا معاً الظروف السائدة فى ذلك الكوكب كما استنتجناها عن بعد ، ننتقل بكم إلى هناك لنرى عن كثب الحياة على سطحه .

إن متوسط حياة الإنسان — إذا قيست حسب تقويم المشترى — هى أربع سنوات أو خمس !! فالعام الواحد هناك — وهو الفترة التى يكمل فيها الكوكب دورته حول الشمس — يقرب من اثنى عشر عاما بتقويمنا الأرضى . . . فلو أننا تتبعنا الإنسان فى حياته على المشترى ، لرأيناه يسير على قدميه وعمره شهر واحد ، ثم يلتحق بالمدرسة وهو ابن أربعة أشهر ، ويتخرج من الجامعة أو يتزوج وعمره عام ونصف عام ! .

أما عند مقارنة عام المشترى بيومه — أى بالفترة التى يدور فيها حول محوره دورة كاملة — لرأينا عجبا . . . فالعام يحتوى على حوالى عشرة آلاف يوم . فإذا قسمنا ذلك العام إلى اثنى

عشر شهرا لكان طول كل منها ثمانمائة يوم . . . وليس فى ذلك الأمر سر ولا غموض ، فالمشترى يدور حول الشمس فى اثنى عشر عاما أرضيا .

ولا شك فى أن منظر السماء سيختلف كثيرا عما تعودناه طوال حياتنا فى الأرض ، بل إن الأمر سيتوقف على مكاننا بالنسبة لسطح المشترى . فلو كنا فوق طبقات سحب النوشادر لكانت السماء مماثلة فى اللون تقريباً لسماء الأرض ، أما قطر قرص الشمس فهو أقل من نصف ما نراه فى الأرض وذلك لأن بعدها عن المشترى يبلغ خمس مرات بعدها عن الأرض . . . . ولن نستطيع أن نرى الأرض إلا كنجم صغير عند الغروب أو قبيل الشروق ، فهى تكاد تلازم الشمس لا تبتعد عنها إلى الحد الذى يسمح لها بالبقاء فوق الأفق فترة طويلة من الليل — ويلتصق بذلك النجم الصغير نقطة دقيقة جدا تدور حوله وتتبعه فى حركته حول الشمس . . . . ذلك هو القمر .

ولن يثير ذلك اهتمامنا قدر ما يثيره رؤية اثنى عشر قمرا منتشرا فى سماء المشترى ، ما بين شارق وغارب ، وأكبر هذه التوابع (جانيميد) و (كاليستو) وهما أكبر بكثير من قمرنا ، بل أعظم حجما من الكوكب عطارد . ولنترك لمن يجد فى نفسه

الكفاية وبين يديه الفراغ وضع اثنى عشر تقويما قمريا إلى جانب تقويم شمسى يحتوى على عشرة آلاف ورقة .

والمشترى هو الكوكب الوحيد الذى يقع محوره عموديا — على وجه التقريب — على مستوى مداره حول الشمس ، فالزاوية الواقعة بين مستوى خط استوائه وبين ذلك المدار هى حوالى ثلاث درجات فقط . . . . ونتيجة لذلك سوف يشاهد سكان المناطق القطبية هناك الشمس فوق الأفق فى حدود ثلاث درجات لفترة ست سنوات تقريباً ، يعقبها فترة مساوية لها من الظلام ، ولكنه لن يكون ظلاماً حالكا — بل هو أشبه بفترة الشفق الواقعة بعد الغروب وذلك لأن الشمس لن تزيد فى انحدارها تحت الأفق عن ثلاث درجات خلال سنوات الظلام الست . أما سكان جميع المناطق الأخرى فسيكون عندهم طول الليل قريباً من طول النهار ، وكلاهما يبلغ حوالى خمس ساعات .

والجاذبية على سطح المشترى قدر جاذبية الأرض مرتين ونصف مرة ، وذلك قد يعوق الهبوط إلى سطح الكوكب إلى حد ما — فعلى قائد السفينة الكونية أن يكون حذرا وأن يأخذ فى اعتباره هذه القوة الكبيرة حتى لا تتحطم سفينته ويعرض حياة

الركاب للخطر ، إذ يكفيهم ما صادفهم من مشاق السفر وما سيعانونه من متاعب بعد وصولهم .

تبدأ أولى تلك الصعوبات عندما يحاول المسافر أن يحمل حقائبه وأدواته ، فإذا بها لا تكاد تبرح مكانها لأن وزنها سيزيد مرتين ونصف مرة عما كانت عليه عند بدء الرحلة .... أما إذا رأيتم شخصا يتحرك هو وأمتعته فى سهولة ويسر ، فلتثقوا أنه أحد علماء الفلك . وليس معنى ذلك أن الكوكب قد أشفق عليه أو أنه قد راعى صلة الزمالة فخفف من جاذبيته ، ولكن كل ما فعله ذلك الشخص لا يتعدى تركيب عجلات للحقائب حتى يتمكن من دفعها إلى الأمام .

ولن يكتفى عالم الفلك بذلك ، بل سيفعل الشىء نفسه فى حذائه ، حتى لا تنهك قواه فى محاولته السير وانتزاع قدميه من أرض المشترى ، كأنما قد ثبت فى كل منها ثقل كبير — خاصة وأن الضرورة تحتم عليه ارتداء لباس خاص لمواجهة درجات الحرارة المنخفضة ، والضغط الهائل الواقع على جسمه ، واختلاف تركيب الغلاف الغازى .

ولا يجدر بنا فى هذا المجال أن نكتفى بالإشارة العابرة إلى اختلاف الضغط دون أن نزيد الأمر وضوحا ، نظرا لأهميته

القصوى ونتائجه المذهلة . . . . فقد أشارت الدراسات التى أجريت على الكوكب إلى أنه يتكون فى الحقيقة من ثلاثة أجزاء مختلفة اختلافا كليا — أولاها قلب صخرى كالكرة الأرضية ، يبلغ نصف قطره ٢٢٠٠٠ ميل ، ويلى ذلك طبقة ثلجية سمكها حوالى ١٦٠٠٠ ميل ، وأخيرا يحيط بها غلاف غازى يبلغ امتداده ٦٠٠٠ ميل .

وذلك الامتداد الهائل للغلاف الغازى يؤدى إلى ارتفاع الضغط على سطح الكوكب إلى درجة كبيرة ، وقيمته على سطح المشترى تقرب من مليون ضغط جوى ، حتى إننا نعتبر جميع الغازات فى الطبقات السفلى قد تحولت إلى حالة صلبة هى الطبقة الثلجية ، أما ما فوقها فإنه فى الحالة السائلة يتخللها بعض البللورات الثلجية حتى نصل إلى سحب النوشادر حيث يبدأ وجود الغلاف الغازى بمعناه المعروف .

ذلك الضغط الهائل إذا تعرض له جسم الإنسان سحقه سحقاً تاماً ، مالم يحط به رداء من معدن متين يستطيع أن يقاوم الخطر ويحمى المسافر من الهلاك . . . . فهل سكان المشترى الحقيقيون — إذا كان لهم وجود — فى حاجة إلى مثل تلك الأردية ؟ أغلب الظن أنهم ليسوا فى حاجة إليها ، بل اعتادت أجسامهم

تلك الظروف تماما كالحيوانات البحرية التى تعيش فى أعماق المحيطات .

وربما لا يقطن سكان المشترى على سطح الكوكب فى منازل مشيدة فوق الطبقة الثلجية ، بل قد تكون مستقرة فى طبقات الجو العليا وقد وهبهم الله القدرة على الطيران فى تلك الطبقات وزودهم بالأسماك أو بالطحالب وما شابهها فى الطبقات السائلة أو حتى فى سحب النوشادر نفسها .

زحل بين الحقائق والأساطير

لم يلق كوكب من الكواكب من التعصب قدر ما لقيه المسكين زحل. فقد أصر المنجمون وقارئو الطالع فى كل زمان ومكان على أن يعتبروه نذير سوء وطالع شؤم ، فاقترانه[1] بالشمس أو بالقمر أو بأى كوكب آخر لا يدل على الخير إطلاقا . وذلك خلاف الكواكب الأخرى ، إذ أن بعضها يجلب السعادة فى جميع أحواله وبعضها الآخر دليل خير فى بعض الأحيان ومجلبة للشر فى أحيان أخرى.

وحتى ساعات الليل والنهار ، التى زعم المنجمون أن كلا منها يحكمها كوكب معين ، لم يسلم فيها زحل من ذلك التعنت . فتلك التى يحكمها زحل يعتبرها المنجمون نحسة ، بينما تتمتع بقية الكواكب بساعات سعيدة أو على الأقل بساعات ممتزجة .

قد يتردد البعض فى الذهاب إلى هناك إذا دعوناهم إلى ذلك

---

(١) اقتران كوكبين معناه : وجودهما على خط مستقيم مع الأرض ، وفى هذه الحالة يحجب أحدهما الآخر .

ولكن الكثيرين ممن لا يؤمنون بتلك الخرافات ولا يدعون للتشاؤم سبيلا إلى نفوسهم سوف يصرون على الرحيل لرؤيته عن كثب بعد أن نوضح لهم حقائق ذلك الكوكب ونزيدهم به معرفة ، ونبيّن جمال منظره سواء شاهدناه من هنا أو من هناك .

يبعد الكوكب عن الشمس حوالى ١٤٠٠ مليون كيلو متر ، أى حوالى عشر مرات قدر بعد الأرض عن الشمس . وهو إذا نظرنا إليه خلال المنظار الفلكى ، وجدنا منظرا فريدا بين الكواكب جمعاء ، إذ تحيط به حلقة مستديرة يظهر الجزء الأمامى منها بينما يختفى باقيها وراء الكوكب . وهى فى الحقيقة أشبه بالقرص الرقيق المُفرَّغ من الباطن ، وقد احتل زحل ذلك الفراغ . ويدور حول الكوكب تسعة من الأقمار ، أحدها — ويسمى (تَيْتان) — يضارع كوكب المريخ فى حجمه .

وتبدو على سطحه خطوط داكنة متوازية وموازية لخط استواء الكوكب ، أشبه بما يوجد على قرص المشترى ، وإن خالفتها فى أنها أكثر انتظاما وإن كانت خالية من التفاصيل أو البقع الداكنة ، وليس معنى ذلك أن فترة دوران الكوكب حول محوره غير معروفة ، بل إن علماء الفلك الذين لا يكلّون

ولا يملّون من مراقبة ودراسة الشيء الواحد سنين متوالية ، لاحظوا ظهور بعض البقع من حين لآخر فاغتنموا وجودها لهذا الغرض، كما اغتنم السير وليليام هرشل وجود بقعة عام ١٧٩٤ قرب خط الاستواء ومنها استنتج أن الكوكب يدور حول نفسه فى ١٠ ساعات ، ١٦ دقيقة . وفى المنطقة نفسها ظهرت بقعة أخرى — أو لعلها البقعة نفسها — عام ١٩٣٣ وأيَّدت أرصادها ما وصل إليه السير وليليام هرشل . أما قبل ذلك بثلاثين عاما (عام ١٩٠٣) ، فقد شاهد الفلكيون بقعة عند خط عرض ٣٦° ولما راقبوا حركتها مع دوران الكوكب ، وجدوا أنها تكمل دورتها فى ١٠ ساعات ، ٣٨ دقيقة ، أى فى مدة أطول من بقع خط الاستواء مما يشير إلى بطء الدوران كلما اتجهنا نحو قطب زحل — أو بمعنى آخر أن الكوكب لا يدور حول نفسه كجسم صلب ، والأرجح أن البقع نفسها ليست على سطح الكوكب ، بل هى ظواهر جوية فى غلافه الغازى تؤثر عليها تيارات مختلفة إلى جانب تأثير دوران الكوكب .

والدليل على وجود ذلك الغلاف الغازى يمكن الوصول إليه نظرياً إذا أخذنا فى الاعتبار سرعة الإفلات من قوة جاذبيته والتى تبلغ ٣٦,٧ من الكيلو متر فى الثانية كما استنتجناها من كتلته

وهى ٩٥ مرة قدر كتلة الأرض ونصف قطره البالغ تسعة أمثال نصف قطر الأرض — وهذه السرعة لاتدع فرصة لإفلات أى غاز من قبضة الكوكب حتى ولو كانت درجة حرارته عند نشأته أكبر بكثير من حرارته فى الوقت الحاضر والتى وجدها الراصدون ١٥٥ درجة تحت الصفر المئوى . . . والأرصاد العملية أيضاً أيدت وجود الغلاف الغازى عن طريقين ، أولهما تغير شدة الاستضاءة فى مناطق القرص المختلفة بحيث إنها تقل كلما اتجهنا من المركز إلى الحافة ، وثانيهما الانبعاج الواضح فى الكوكب والذى يرجع إلى وجود غلاف غازى هائل الحجم يحيط بجسم الكوكب نفسه .

تبدو الشمس من سطح زحل كقرص صغير يبلغ قطره ١/٥ مانشاهده من سطح الأرض ، والكوكب يدور حول الشمس فى حوالى ثلاثين عاما ، وعلى ذلك فإنه — حسب تقويم زحل — يحال الموظف إلى المعاش عندما يبلغ من العمر عامين !! فإذا حدث سهو من السلطات الأرضية المستعمرة لزحل ، ومدت فترة خدمته عاماً آخر فكأنما هى فى الحقيقة قد منحته ثلاثين عاماً أرضياً .

والعام الواحد فى زحل يحتوى على ٢٥٠٠٠ يوم (زُحلى) ،

وذلك راجع إلى أن عدد الساعات فى عام زحل يساوى ٣٠ × $٣٦٥\frac{١}{٤}$ × ٢٤ فى حين أن اليوم الزحلى وهو فترة دورانه حول محوره تقرب من عشر ساعات وربع ساعة .

وتبدو السماء خلال النهار — كما هو الحال فى المشترى — أقرب إلى الاحمرار كيوم سادت فيه عاصفة رملية . وأسباب تلك الظاهرة ثلاثة هى :

١ — صغر قرص الشمس وخفوت ضوئها الواصل إلى زحل .

٢ — ما يصيب ذلك الضوء من خفوت جديد نتيجة لمروره فى طبقة عميقة من الغلاف الغازى .

٣ — الضغط الهائل الموجود فى ذلك الغلاف والذى يحول الغازات إلى جزيئات سائلة أو صلبة ، فتصير أشبه بحبيبات الرمال أو الغبار فى تأثيرها من حيث القدرة على تشتيت الضوء البنفسجى والأزرق وضياعه ، ولا يصل إلى سطح الكوكب إذن سوى الضوء الأحمر والبرتقالى .

ولهذه الأسباب أيضاً يكون الليل فى زحل والمشترى — بالنسبة لسكان الطبقات السفلى من الغلاف الغازى — خالياً من النجوم ، لا يبدو فى السماء شىء سوى قبس ضئيل — لا يكاد

يرى — ترسله الأقمار المتحركة حول الكوكب بالإضافة إلى الضوء الصادر من الحلقات المحيطة به ، والذى يبدو كضوء مصباح قد غمره الضباب .

والكوكب زحل هو ثانى الكواكب بعد المشترى فى كثرة أقماره ، إذ يدور حوله تسعة من التوابع أهمها (تيتان) الذى تشير الدراسات الفلكية إلى احتوائه على غلاف غازى رقيق يغلب فى تركيبه غاز الميثان . . . ويميل بعض الفلكيين إلى الاعتقاد بأن الغلاف الجوى المحيط بزحل كان فى بادىء الأمر ممتداً مئات الآلاف من الأميال ، ثم فقد جزءا كبيراً فى فترة برودة الكوكب وتحوله إلى الحالة الصلبة فانكمش ذلك الغلاف إلى وضعه الحالى فى حدود ١٦٠٠٠ ميل — وكان الغلاف المبدئى يغمر بطبيعة الحال أقمار زحل ويحيط بها ، أو على الأقل كان يمتد إلى ماوراء القمر (تيتان) أى إلى مسافة تزيد على ٧٦٠٠٠ ميل ، فلما انحسر عنها تمكن (تيتان) من الاحتفاظ ببعض تلك الغازات خاصة وأنه كبير الكتلة نوعا ما إذ يبلغ ضعف قمر الأرض ، وحجمه أقرب إلى حجم الكوكب عطارد .

والجاذبية على سطح زحل قريبة جداً من جاذبية الكرة الأرضية ، وعلى ذلك فهى لن تثير العقبات فى طريق هبوط

السفن الكونية ولن تعوق حركة الزائر لذلك الكوكب — ولكن يكفيه ما يلاقى من الضغط الهائل الذى يسحق العظام إذا لم يتخذ أهبته للوقاية منه . . . أما الجاذبية على سطح القمر (تيتان) فهى حوالى $\frac{1}{5}$ الجاذبية الأرضية ، أو قريبة من جاذبية قمر الأرض — فإذا هبطنا على ذلك التابع نعمنا بنفس المغامرات المثيرة التى ذكرناها عند الحديث عن قمر الأرض ، بالإضافة إلى أبدع منظر وقعت عليه العين . . . كرة ضخمة مضيئة تغطى فى السماء مساحة تقرب من خمس وعشرين مرة قدر مساحة قرص قمر الأرض ويحيط بها حلقات منيرة تغطى مساحة تبلغ ١٤٤ مرة مساحة قرص القمر — وسيكون وجود بعض الغازات حول (تيتان) سببا فى أن يميل لون السماء إلى الزرقة بخلاف ما يبدو لمن يهبط على الأقمار الأخرى لزحل .

والحلقات التى أشرنا إليها والتى تجعل الكوكب فريدا فى نوعه ، تشتمل فى الحقيقة على ثلاث حلقات متحدة فى المركز ، الداخلية منها عرضها حوالى عشرة آلاف من الأميال وتبعد حافتها عن الكوكب مسافة تسعة آلاف ميل ، وهذه الحلقة أقل استضاءة من زميلتيها ، ويليها أكثر الحلقات لمعانا

واتساعا إذ يبلغ عرضها ١٦٠٠٠ ميل ، ثم يمتد حولها فراغ عرضه ٢٥٠٠ ميل قبل أن نصادف الحلقة الخارجية التى تمتد إلى مسافة ١٠٠٠٠ ميل .

وتقع هذه الحلقات الثلاث فى مستوى واحد هو فى نفس الوقت مستوى خط استواء زحل، أما سمكها فيتراوح بين عشرة أميال وعشرين ميلا ، وتختلف درجة شفافية كل حلقة عن الأخرى فأكثرها شفافية هى الداخلية .. وأقلها شفافية الحلقة الوسطى التى هى فى الوقت نفسه أكثر الحلقات لمعانا .

وتشير الدراسات التى أجريت على تلك الحلقات إلى عدم تماسك أجزائها ، وقد بدأت هذه الدراسات بطريقة نظرية قام بها (كلارك ماكسويل) وأثبت أنه لابد لحلقات من هذا النوع — سواء أكانت مركبة من جسم صلب أم سائل أم غازى — أن تكون فى حالة عدم استقرار مما يؤدى إلى تفككها . وقد أيدت الأرصاد تلك النظرية عن طريق الدراسات الطيفية التى بيَّنت أن سرعة دوران الأجزاء الداخلية أكبر من سرعة دوران الخارجية .

والنتيجة التى يؤيدها العلماء، هى أن الحلقات تتركب من عدد كبير جدا من الجسيمات الصغيرة ، يدور كل منها حول الكوكب

طبقا لقوانين الجاذبية مما يفسر الاختلاف فى سرعة الدوران بين القريبة منها وبين البعيدة عن الكوكب ، كما يفسر ذلك وجود الفراغ بين الحلقتين الخارجية والوسطى .

وقد تعددت التفسيرات عن نوع هذه الجسيمات ومصدرها ، فمن قائل بأنها ترجع فى الأصل إلى أحد توابع زحل ، خرج على ناموس الطبيعة واقترب من الكوكب أكثر مما ينبغى ، فدفع حياته ثمنا لذلك وتفتت إلى ذلك العدد الهائل من الشظايا . ومن قائل بأن هذه الجسيمات التى لها قدرة كبيرة على عكس الضوء الساقط عليها ، إما أن تكون بللورات من الثلج أو من ثانى أكسيد الكربون المتجمد . وذهب هؤلاء خطوة أخرى فى أبحاثهم فقارنوا بين طيف الضوء المنعكس من الحلقات وبين طيفى الثلج وثانى أكسيد الكربون المتجمد ، واستنتجوا من ذلك أن حلقات زحل أقرب فى نوعها إلى قطع من الثلج .

ويستطيع القارئ أن يستنتج من هذه المعلومات أن الحلقات لا يمكن أن تكون مأوى للكائنات الحية ، مالم يذهب به الخيال إلى تصور هذه الجسيمات سفن فضاء تحمل الناجين من سكان زحل بعد أن دهمتهم ظروف قاسية تعذر معها بقاؤهم على سطح الكوكب ، أما شدة لمعانها فيرجع إلى أنها من معدن مصقول ... ومن الواجب علينا أن نبين استحالة هذا الاحتمال ، وذلك

بالإشارة إلى شفافية هذه الحلقات إلى درجة يمكن معها رؤية ماوراءها من نجوم أو توابع .

أما ظروف الحياة على الكوكب نفسه ، فهى أشبه بما ذكرنا فى حالة المشترى . فالجزء الداخلى الصلب من الكوكب يبلغ نصف قطره ١٤٠٠٠ ميل ، يغطيه طبقة من الثلج سمكها ٦٠٠٠ ميل ، ولكنه يفوق المشترى فى امتداد غلافه الجوى إلى مسافة ١٦٠٠٠ ميل . وينتج عن ذلك – كما هو الحال فى المشترى – وجود ضغط هائل حتى فى طبقات الغلاف الخارجية ، يمكن أن ينتج عنها تحول مركباته من الحالة الغازية إلى السائلة أو الصلبة .

وإذا بقى الزائر فى تلك الطبقات العليا فإنه يرى منظرا لن ينساه طوال حياته . . . فلو أنه كان عند خط استواء زحل ، لرأى حلقة مضيئة تمتد من الأفق إلى الأفق مارة فوق رأسه يبلغ سمكها قدر قطر الشمس كما يراها الزائر لزحل – أما إذا اقترب من أحد القطبين فإن هذه الحلقات تبدو له محيطة بالأفق من كل جانب ، ويكون عرضها مساويا مائتى مرة قدر قطر الشمس هناك . وذلك بالإضافة إلى الأقمار التسعة التى تدور حول الكوكب وتتراءى له متعاقبة فى الشروق والغروب ، بعضها يدرك الآخرين ويتجاوزهم كأنما هم فى سباق استعراضى مثير .

يورانوس ... ونبتون

اعتاد علماء الفلك عند الحديث عن الظروف الطبيعية لكواكب المجموعة الشمسية ، أن يجمعوا بين الكواكب الأربعة الكبرى — المشترى وزحل ويورانوس ونبتون — لوجود أوجه شبه كبيرة بينها ، فأحجامها وكتلها تزيد على مثيلاتها فى الكواكب الأخرى ، وكلها تحتفظ بغلاف غازى يمتد إلى مساحات شاسعة . ولكننا آثرنا أن نتناول كلا من المشترى وزحل على حدة نظرا لقربهما إلينا ووضوح الكثير من التفاصيل ، وتعدد الدراسات التى أجريت عليهما . أما يورانوس ونبتون فيبعدان عنا ١٧٨٣ ، ٢٧٩٣ مليونا من الأميال على الترتيب ، ولهذا السبب ليس من السهل دراستهما بشىء من التفصيل وإن لم يأل العلماء جهداً فى البحث والتنقيب .

يبدو الكوكب يورانوس فى المنظار الفلكى كقرص صغير جداً منبعج الشكل يميل لونه إلى الاخضرار ، وقد تمكن بعض العلماء من رؤية خطوط غير واضحة موازية لخط استواء الكوكب ، ولكنهم لم يعثروا على علامة تكون من الوضوح بدرجة تمكنهم من استنتاج فترة دوران الكوكب حول محوره .

وعلى ذلك لجأوا إلى طرق أخرى للوصول إلى هذا الهدف ، منها الدراسات الطيفية وانتقال الخطوط نتيجة للحركة ، وكذلك دراسة التغير فى ضوء الكوكب بعد أن تبين لهم أنه يختلف من لحظة لأخرى نتيجة لانعكاسه من منطقة يحملها الدوران بعيدا لتحل محلها منطقة أخرى . والنتائج التى حصلوا عليها بهذين الطريقين متقاربة ، ففى الأولى فترة الدوران ١٠ ساعات ، ٤٥ دقيقة وفى الثانية ١٠ ساعات ، ٤٠ دقيقة .

وكتلة هذا الكوكب خمس عشرة مرة قدر كتلة الأرض ، وحجمه أربع وستون مرة قدر حجمها ، أما سرعة الإفلات من جاذبيته فهى ٢١,٦ من الكيلو متر فى الثانية ، ونتيجة لذلك يمكن أن نعتبره قد احتفظ بجميع الغازات المحيطة به عند نشأته وخاصة أن درجة حرارته الآن ١٨٠ درجة تحت الصفر المئوى ، وهى درجة لا يكون فيها الميثان فى حالة سائلة فحسب ، بل يكاد أن يتجمد ويتحول إلى الحالة الصلبة . وعلى ذلك فإن الكوكب تغطيه طبقة من الثلوج يعتقد أن سمكها حوالى ٦٠٠٠ ميل ، يليها غلاف عمقه ٣٠٠٠ ميل هو خليط بين السوائل والغازات يغلب عليها (النوشادر) و (الميثان) .

والعام فى يورانوس يعادل ٨٤ عاما أرضياً وهو يحتوى

على ٦١٤٠٠ يوم يورانوسى ... أما التوابع التى تدور حوله فهى خمسة أقمار صغيرة ، بعضها سريع جداً فى حركته يكمل دورته فى ساعتين و نصف ساعة (قارن ذلك بالقمر الذى يدور حول الأرض فى ⅓ ٢٧ يوم).

أما زميله الكوكب نبتون ، فيبدو كقرص صغير جداً أقرب إلى الاستدارة يميل لونه إلى الاخضرار . وقد استنتج العلماء من دراسة طيفه أنه يدور حول محوره كل ١٥ ساعة ، ٤٠ دقيقة ولكن عند دراسة ضوئه تبين أنه يتغير دوريا فى نصف تلك الفترة أى فى سبع ساعات وخمسين دقيقة . ولما بحث العلماء فى مسارات توابع الكوكب ثبت لهم استحالة دوران الكوكب نفسه فى سبع ساعات .

وقد أمكن التوفيق بين هاتين النتيجتين بعد أن افترض العلماء وجود منطقتين على سطح الكوكب أشد استضاءة من باقى أجزائه ، وهما تقعان فى جهتين متضادتين من السطح أى أن المسافة بينهما نصف محيط الكوكب . و نتيجة لذلك ، إذا واجهتنا إحدى هاتين المنطقتين اشتد الضوء الواصل إلينا ، ثم يخفت حتى تواجهنا المنطقة الأخرى بعد أن يكون الكوكب دار نصف دورة فقط أى بعد سبع ساعات وخمسين دقيقة .

وكتلة نبتون تبلغ سبع عشرة مرة قدر كتلة الأرض وحجمه مساو تقريباً لحجم زميله يورانوس . أما سرعة الإفلات من جاذبيته فهى ٢٣٫٨ وحرارته أقل بكثير من ١٨٠ درجة تحت الصفر ، وبذلك يكون هو أيضاً محتفظاً بجميع غازاته يغلب عليها الحالة الصلبة والسائلة . ويعتقد أن سمك الطبقة الثلجية ، حوالى ٦٠٠٠ ميل وباقى الغلاف ٢٠٠٠ ميل .

ولن ندخل هنا فى تفاصيل الحياة على هذين الكوكبين، ونتيجة الامتداد الشاسع للغلاف الغازى ، فقد تناولنا كل ذلك فى شىء من التفصيل عند الحديث عن المشترى وزحل ، ويبدو أنه لا يوجد ما يغرينا بالسفر إلى أى منهما سوى وجودنا على أبواب المجموعة الشمسية نتطلع منها إلى ما وراءها...أو نتخذها كخطوط دفاع ضد سكان الكواكب المجهولة .

كواكب مجهولة

رأينا من المناقشات السابقة ، أن الحياة التى ألفناها لا وجود لها على كواكب المجموعة الشمسية ، فتركيب الغلاف الغازى ودرجة الحرارة غير ملائمة . وإن كان ثمة حياة موجودة فى تلك الكواكب أو فى بعضها ، فإنها لن تتعدى بعض البكتريا والفطريات ، أو مخلوقات تختلف فى تركيبها وحياتها .

والمجموعة الشمسية هى نجم ملتهب (الشمس) يدور حوله عدد من الأجسام المظلمة (الكواكب وأقمارها . . .) التى تستمد نورها من الشمس . وهذه المجموعة قطرة فى محيط الكون ، والشمس نجم واحد بين ملايين الملايين من النجوم . فهل صادفت بعضها نفس ظروف الشمس فأصبحت تملك عدداً من الكواكب ؟ وفى هذه الحالة هل نجد بينها أرضاً ثانية أو كوكباً يستطيع الإنسان (وزملاؤه) الحياة عليها دون ما حاجة إلى إجراءات وقائية ضد عوامل الطبيعة ؟

هذه أسئلة خطرت فى أذهان علماء الفلك وحاولوا جهدهم

فى الحصول على إجابات لها ، ولكنهم لم يطرقوا فى ذلك الطرق العملية والأرصاد ، نظرا للمسافات الشاسعة بيننا وبين النجوم ، وبالتالى يستحيل رؤية كواكبها إذا كان لها وجود ، ولذلك اتجهوا إلى طرق الاستدلال المنطقى وتحديد الشروط التى لابد من توافرها لزيادة احتمالات وجود الحياة .

هنالك عدة نظريات ، كلها تفسر نشأة المجموعة الشمسية وأصلها ، وكلها تفسيرات وجيهة مقنعة ، وكل منها لها مزاياها ولها مساوئها . ومهما كانت النظرية الصحيحة عن كيفية تكوين الكواكب حول الشمس ، فإن الاحتمال كبير فى تكرار التجربة نفسها فى أماكن أخرى من الكون . بل يعتقد بعض العلماء أن هنالك ملايين من الكواكب المجهولة وإن كانت نسبة ضئيلة منها صالحة لنشأة الحياة فيها .

ولكى نضمن وجود الحياة على أحد هذه الكواكب ، يجب أن يستقبل كمية معينة ثابتة من الإشعاعات من النجمة (الأم) . كما يجب أن يكون مساره حولها منتظما ، ومن ذلك نستنتج أن النجم لا يكون متغير الضوء وأن يكون نجما مفرداً وليس مزدوجا ولا ثلاثياً ... الخ .

ومن الضرورى أن تكون الكتلة مناسبة ، لا هى بالكبيرة

كالمشترى وزحل ولا بالصغيرة كالقمر ، لأن الكوكب فى الحالة الأولى يحتفظ بغلاف غازى كبير العمق إلى درجة تمنع وصول الإشعاعات الشمسية إلى سطحه من جهة ، ويزداد الضغط إلى مئات الآلاف من الضغوط الجوية من جهة أخرى ، أما فى حالة صغر الكتلة فإن الغلاف الغازى يتبدد ويختفى .

وقد بحث العالمان السوفيتيان (أوپارين) و (فسنكوف) احتمالات تكوين كوكب صالح للحياة بجوار نجم من النجوم ، فوجدوها واحدا فى المليون ، وبمعنى آخر أن كل نجم بين مليون نجم يحتمل أن يكون فى مجاله كوكب يسكنه آدميون مثلنا . فإذا علمنا أن المجرة المحلية تحتوى على مائتى ألف مليون نجم ، استنتجنا وجود مائتى ألف كوكب مأهول . والكون به مئات الملايين من أمثال هذه المجرة المحلية ، والذى يمكن رؤيته منها خلال المناظير الفلكية الكبرى لا يزيد على أربعين مليونا من المجرات ، فيمكننا أن نقرر إذن وجود ٨ ملايين ملايين أرض فى مدى البصر ... فلنستعد إذن لملاقاة إخواننا سكان الفضاء فى يوم من الأيام — إن كان لهم وجود .

مطابع دار القــلم بالقاهرة